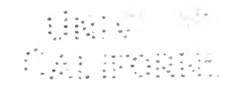
Archiv für Hygiene und Bakteriologie

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.



UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Stabsarzt Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. F. RENK, Halle; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER, M. RUBNER,

O.Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN BERLIN.

FÜNFZEHNTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1892.

Inhalt.

Neue Untersuchungen über die Giftigkeit der Exspirationsluft.

Von

Dr. Sigmund Merkel.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

Im Jahre 1870 machte Ransome[1]) darauf aufmerksam, dass die Ausathemluft bei gesunden Menschen und Thieren organische Substanzen unbekannter Natur enthielte, er bestimmte deren Menge mit Permanganat auf 0,2 g pro die. Seegen und Novack[2]) gaben denselben Befund an, da sie bei nach Regnault angestellten Respirationsversuchen die Thiere durch ihre eigene giftige flüchtige Ausscheidungsproducte erkranken und sterben sahen und auch durch Glühen mit Kupferoxyd zerstörbare, also offenbar organische Stoffe in der Exspirationsluft fanden. Uffelmann[3]) zeigte ferner, dass bei 10stündigem Aufenthalt von 3 Personen in einem geschlossenen Raum der Kohlensäuregehalt um das 2½fache, der Gehalt an organischer Substanz fast um den gleichen Werth steige (Versuche mit Kalipermanganatlösung). Im Gegensatz zu diesen Befunden traten zunächst v. Pettenkofer und v. Voit[4]) mit Untersuchungen hervor, welche die auffallenden Beobachtungen Seegen's und Novack's durch einen Chlorgehalt des von jenen verwendeten O erklärten, noch viel weiter ging Hermanns;[5]) derselbe konnte überhaupt

1) Journal of Anatomy and Physiol. 1870. Vol. IV. p. 211.
2) Pflüger's Archiv. Bd. XIV.
3) Archiv f. Hygiene. Bd. 8. S. 335.
4) Zeitschrift für Biologie. Bd XVI. S. 508.
5) Archiv f. Hygiene. Bd. I. S. 1 und 30. 31.

durch keine der von ihm angewendeten Methoden in einem engen geschlossenen Luftraum von 1,6 cbm irgend welche, geschweige denn giftige organische Substanzen nachweisen, wenn auch 1 bis 2 Menschen selbst 4 Stunden darin verweilt hatten. Hermanns konnte niemals ausser geringen Veränderungen der Respirations- und Pulsfrequenz eine Wirkung des Aufenthalts im abgeschlossenen Raum beobachten.

Bei diesen einander direct gegenüberstehenden Befunden musste es natürlich von hohem Interesse sein, neue genaue, endgültig entscheidende Versuche anzustellen. Im Jahre 1887/88 haben Brown-Séquard [1]) und d'Arsonval eine Reihe von Ergebnissen veröffentlicht über die Giftigkeit der Ausathmungsluft: Die Lungen secernieren nach ihnen ein sehr heftig wirkendes flüchtiges Gift, welches mit der Exspirationsluft entweicht. Es kann dasselbe auf 2 Arten erhalten und zur Wirkung gebracht werden. Entweder wird 1. einem Hunde durch eine Trachealkanüle destillirtes Wasser in die Trachea eingeschüttet und die ausgehustete Flüssigkeit wird dann verwendet (lavage du poumon), oder 2. wird die Exspirationsluft von Menschen oder eines tracheotomirten Hundes in in Eis liegenden Glasspiralen abgekühlt; hiedurch erhält man eine klare Flüssigkeit von schwach alkalischer Reaction, die Silbernitrat reducirt. Die Verbindung ist organischer Natur und wirkt sterilisirt wie unsterilisirt bei Thieren als ein heftiges Gift, das intravenös, subcutan, intraperitoneal, stomachal und rectal injicirt krank macht und bei grösseren Dosen tödtet. Injicirt wurde nach vorgängiger Filtration bei 12° (ohne Kochsalzzusatz).

Versuche: 11 Kaninchen wurde eine Dosis von 5,8 bis zu 30 ccm Flüssigkeit ins Blut injicirt, hievon starben nach kurzer Zeit alle bis auf 3 und diese sind bis aufs äusserste herabgekommen. 7 Thieren wurde unter die Haut des Thorax je 20,25 (3 mal) 31,40 und 44 ccm Flüssigkeit injicirt. Hievon starben 5 und zwar im Verlaufe von 16—38 h nach der Injection.

Die Vergiftungserscheinungen, welche die Thiere zeigten, betrafen die Respiration: bald beschleunigt, bald verlangsamt, —

1) Comptes rendus 1888. p. 33, Société de Biologie. p. 90. 99. 108. 110.

die Herzbewegung: anfangs meist unverändert, manchmal in den späteren Tagen nach dem Versuch stark und anhaltend beschleunigt — die Körpertemperatur: meist normal, selten erniedrigt — die Motilität: Lähmungen besonders der hinteren Extremitäten — die Pupillen: bei Anwendung der kleinen Dosen Pupillenweiterung, bei der der grossen Dosen Verengerung — schliesslich den Darm: bei fast allen Fällen Koliken und Diarrhöe. Der Eintritt der Symptome wurde theils gleich nach der Injection, theils erst Stunden oder auch Tage nachher beobachtet. Die Section ergab vermehrte Blutfülle der Lungen und der Eingeweide und besonders ausgebreitete Ecchymosen und Hämorrhagien. Bei welchen Fällen die beiden Verfasser diese oder jene Methode zur Gewinnung der Injectionsflüssigkeit angewendet haben, ist nicht angegeben. Es fehlt ferner eine Angabe, wie lange durch die Glasröhren zur Erzielung des Condensationswassers hindurch geathmet wurde.

Eine grössere Zahl von Forschern hat diese, sehr ins Auge fallenden Ergebnisse einer Controluntersuchung unterzogen und keiner von allen konnte diese positiven Resultate auch nur irgendwie bestätigen, alle hatten direct widersprechende Befunde. Es sei mir gestattet, hier ein kurzes Referat über die einzelnen Arbeiten einzuschalten.

Dastre und Loy[1]) haben einem Hunde 6 h 40' lang direct die von einem zweiten Hunde ausgeathmete Luft einathmen lassen: ohne jeden Erfolg. Die von tracheotomirten Hunden herrührende Exspirationsluft wird durch in Eis gehende Glasspiralen geleitet und so condensirt. Das erhaltene Condensationswasser wird filtrirt auf 37° erwärmt und injicirt bald unter die Bauchhaut, bald in die Ohrvene. Die Menge betrug bei 5 erwachsenen Kaninchen je 33—75 ccm (pro Kilo 20—35 ccm), bei 2 Meerschweinchen 5—7 ccm, bei 2 grossen Hunden je 50 und 53, bei 2 Fröschen je 2 und 3 ccm. Sämmtliche Versuche fielen vollständig negativ aus. 3 weitere Kaninchen starben, ein junges nach Injection von 30 ccm und 2 erwachsene nach

1) Comptes rendus 88. p. 91—99.

intravenöser Injection von je 50 und 190 ccm. Der Tod ist hier der verderblichen Wirkung grösserer Mengen Wassers zuzuschreiben, was durch Controlversuche mit Injection von destillirtem Wasser bestätigt werden konnte. Die Section ergab in solchen Fällen genau die gleichen Erscheinungen, wie sie Brown-Séquard und d'Arsonval angegeben haben.

Hofmann-Wellenhof[1]) kommt auf Grund von angestellten Untersuchungen zu dem gleichen negativen Resultat wie Dastre und Loy. Zur Erhaltung des Condensationswassers bediente sich derselbe folgenden Verfahrens. Statt der Spiralen wird eine in Eis gestellte 2 l enthaltende Flasche verwendet. Die Luft streicht, um sicher zu gehen, dass nichts Condensirbares verloren gehe, dann noch aus der Flasche durch gleichfalls in Eis gekühlte mit der Flasche in directer Verbindung stehende Glasröhren. Bevor die Luft in die gekühlte Flasche gelangt, geht sie durch ein zur Verhütung von Condensation in 37° warmem Wasser befindliches Rohr. Dasselbe ist U förmig gekrümmt und ist in seinem distalen Schenkel mässig mit Watte gefüllt, um die Exspirationsluft durch Filtration von mitgeführten Keimen zu befreien und etwa mitgerissenen Speichel aufzufangen. Durch einen an dem Rohr befindlichen Kautschukschlauch wird hineingeblasen in den vorher noch in seinen einzelnen Theilen sterilisirten Apparat. Am Boden der Flasche sammelt sich, wenn durch 1—2 Stunden mit dem Apparate respirirt wurde, das Condensationswasser an (pro Stunde 5—15 ccm). Dasselbe zeigte neutrale Reaction.

10 Einspritzungen von 6—30 ccm auf Körpertemperatur erwärmter Condensflüssigkeit und zwar theils subcutan, theils intravenös bei jungen Kaninchen ergaben völlig negatives Resultat. Intravenöse Injection von kalten (12°) Condensationswasser (28 ccm) bringt eine Alterirung im Befinden des 1200 g schweren Kaninchens hervor: Hinfälligkeit, rasche Ermüdung, verlangsamte Athmung, herabgesetzte Temperatur, weite Pupillen — Erscheinungen, welche alle durch Injection der gleichen Menge

1) Wiener Klinische Wochenschrift 88. Nr. 37.

kalten Wassers hervorgebracht werden. Erwärmung des Wassers mindert die Intensität der Symptome, während andererseits Steigerung der Quantität kalten Wassers sie erheblich vermehrt.

Russo-Giliberti und Alessi[1]) controlirten die Versuche von Brown-Séquard und d'Arsonval ebenfalls. Ihr Resultat ist gleichfalls ein völlig negatives. Die Menge der bei 24° subcutan injicirten Condensationsflüssigkeit betrug 5—43 ccm (pro 1 kg Kaninchen 30,41 selbst 78 ccm (!). Die Art, wie diese beiden Forscher die Injectionsflüssigkeit erhielten, war folgende: Es wurden weite offene mit Eis umgebene Glasschalen ca. 2 Stunden lang in einem fest abgeschlossenen Schulzimmer während des Unterrichts aufgestellt. Man fühlte an sich selbst am Schlusse ein starkes Opressionsgefühl. Die in den Schalen niedergeschlagene Flüssigkeit wurde filtrirt und verwendet.

Lehmann und Jessen[2]) haben ebenfalls Untersuchungen in dieser Frage angestellt und kamen auch zu vollkommen negativen Resultaten. Die Art des Apparates, den sie anwendeten, ist im wesentlichen die gleiche wie die von Brown-Séquard und d'Arsonval angewendete, nur wurde hier vor den Glasspiralen noch eine in warmem Wasser stehende Wulff'sche Flasche eingeschaltet. Gearbeitet wurde ausschliesslich mit der Condensationsflüssigkeit aus der Exspirationsluft gesunder Menschen. Bei einem einstündigen Durchathmen entstehen 15—20 ccm Condensflüssigkeit in der unterhalb der Glasspiralen befindlichen Flasche. Nochmaliges Durchleiten der Luft durch weitere Glasspiralen ergab noch 1 ccm Flüssigkeit in einer zweiten Flasche. Das erhaltene Condenswasser ist wasserklar, geruchlos, reagirt neutral, enthält etwas NH_3. Ein Rückstand der filtrirten und im Luftbad abgedampften Flüssigkeit ist mit Sicherheit nicht nachweisbar. Eine alkaloidartige Substanz war nicht constatirbar. 6 Versuche mit subcutaner Injection von 5—30 ccm Flüssigkeit und ein Versuch mit intravenöser Injection von 18 ccm Flüssigkeit mit 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung verliefen ohne jede Wirkung. Zwei Thiere starben bei intravenöser Injection und niedriger Temperatur

1) Bolletino della Società d'igiene di Palermo 88 Nr. 9.

2) Archiv f. Hygiene Bd. X. 1890.

von je 30 ccm Flüssigkeit mit noch 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung, es ist dies ebenso wie bei den Versuchen von Hofmann als eine Folge der kalten Wasserinjection aufzufassen.

Sechs weitere Versuche mit subcutaner Injection von 16 bis 40 ccm des »lavage du poumon« (nach Brown-Séquard) hatten hinwiederum negatives Resultat.

Die Wirkung der Condensflüssigkeit, eingeathmet von Menschen, was zweimal versucht wurde, ergab keine Andeutung von Störung, es war nur ein eigenthümlicher unangenehmer Geruch bemerkbar, derselbe Befund ergab sich, als versucht wurde, ob die Einathmung der Ausscheidungsprodukte von Lunge und von schmutziger Haut und Kleidern eines stark schwitzenden Arbeiters schädlich seien.

Als letzten Versuch, in unsere Frage Licht zu bringen, möchte ich ein von Wurtz[1]) angegebenes Verfahren noch anführen. Derselbe liess durch eine 1proc. Oxalsäurelösung exspiriren (wie lange ist nicht angegeben). Der Oxalsäureüberschuss wird mit frisch gefälltem Calciumcarbonat gesättigt, mit einigen Tropfen Kalkwasser schwach alkalische Reaction erzielt und vom kohlensauren und oxalsauren Kalk abfiltrirt. Das Filtrat wurde mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und im Vacuum eingedampft. Es wurde dabei erhalten Chlorammonium und das Chlorhydrat einer Base, die durch Bouchardat'sches Reagens und Kaliumquecksilberjodid gefällt wird und eine Chlorplatinverbindung gibt, welche in kleinen in Wasser löslichen Nadeln krystallisirt. Bei 100° verbreitet das Chlorhydrat der Base einen spezifischen Geruch.

Wenn wir uns auf Grund aller dieser Arbeiten ein Urtheil über die Frage »Ist die Ausathemluft giftig oder nicht« bilden wollen, so kommen wir zu folgendem Ergebnis: Es wurde bisher eine Giftigkeit der Exspirationsluft nicht nachgewiesen; die Befunde von Brown-Séquard und d'Arsonval sind als unrichtige zu bezeichnen, da sie von keinem Forscher bestätigt werden konnten, jene blieben selbst eine Erklärung dieses Widerspruches schuldig. Die Frage »Enthält die Exspirationsluft überhaupt organische Substanzen« ist neuerdings nur von Wurtz, Lehmann

1) Comptes rendus hebd 88. p. 41.

und Jessen in Erwägung gezogen worden, eine sichere Antwort konnten sie nicht darauf geben. —

Bei sämmtlichen Versuchen, die bisher vorgenommen wurden, erscheint uns die Menge der in Untersuchung genommenen Exspirationsluft viel zu gering, um ein endgültiges Urtheil in dieser Frage abzugeben. Denn wenn organische Substanzen oder Toxine überhaupt in der Ausathmungsluft vorhanden sind, so ist ihre Menge doch wohl sehr gering. Was ferner den Weg der bisherigen Untersuchungen anlangt, so haben fast sämmtliche Forscher den der Condensation der Exspirationsluft gewählt. Ich habe im folgenden einige Versuche ebenso vorgenommen, jedoch mit annähernd der fünfzehnfachen Menge der bisher zur Untersuchung gekommenen Luft. Die Injection des erhaltenen Condensationswassers wurde immer unter die Rückenhaut der betreffenden Versuchsthiere gemacht — Brown, Séquard und d'Arsonval hielten diese Verwendungsart für die wirksamste. Die Temperatur, mit welcher die Flüssigkeit injicirt wurde, war die gewöhnliche Zimmertemperatur, Kochsalzlösung wurde nie hinzugefügt; die meisten Versuche wurden mit Mäusen, einige auch mit Kaninchen vorgenommen.

Versuch: Vorgelegt zwei Wulff'sche Flaschen in 37° warmem Wasser stehend. Die Luft streicht dann durch mässig weite Glasröhren, welche in einem mit Eis gefüllten Behälter sich befinden, um schliesslich wieder durch eine gemeinsame Glasröhre aus dem Behälter heraus zu einer Gasuhr zu gehen. An der tiefsten Stelle im Behälter (grosse Glasglocke) geht aus den Glasröhren ein Abzugsrohr in eine unter demselben stehende Flasche zur Aufnahme der Condensflüssigkeit. Die Länge der in Eis liegenden Röhren, durch welche die Luft streicht, beträgt 1,20 m. Dass dieselben lang genug sind, um eine genügende Condensation der Ausathemluft hervorzubringen, bewies mir die Uebereinstimmung der Quantität des Condenswassers mit der von Lehmann und Hoffmann-Wellenhof erhaltenen: pro Kopf und Stunde ca. 15 ccm. Die Glasröhren werden vor dem Versuche flambirt und ausgeglüht, die vorgelegte Flasche, sowie die Wulff'schen Flaschen im Koch'schen Dampfkochtopf sterilisirt.

Durchgeathmet werden im Laufe des Tages 2500 l Luft. Erhalten werden fast 100 ccm Condensationsflüssigkeit. Dieselbe ist wasserklar, reagirt neutral und ist vollständig geruchlos. Auf Zusatz von Nessler's Reagens lässt sich etwas Ammoniak nach-

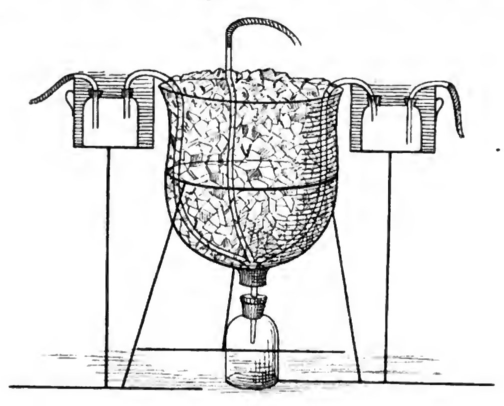


Fig. 1.

weisen (gelblich röthliche Farbe). Silbernitrat bringt keine Veränderung hervor. 3 ccm der Condensationsflüssigkeit werden einer Maus subcutan injicirt — ohne jeden Erfolg. 70 ccm einem kleinen Kaninchen — gleichfalls ohne jede Einwirkung. Injicirt wurde die Flüssigkeit bei Zimmertemperatur ohne Kochsalzzusatz unter die Haut des Rückens.

Versuch: Durchathmung von 2400 l Luft durch denselben Apparat. Diesmal liegen die Glasröhren in einer Kältemischung. Erhalten wird unerheblich mehr Condensflüssigkeit wie beim letzten Versuch. Eindampfung der gesammten Flüssigkeitsmenge auf ca. 5 ccm im Soxhlet'schen Vacuum. Die Temperatur des Wasserbades wird dabei auf 39° gehalten. Es werden folgende Reactionen vorgenommen: Nessler'sches Reagens bringt wieder Gelbfärbung hervor, Sublimat schwache Opalescenz — beides lässt sich auf die Anwesenheit von Ammoniak zurückführen.

Eine Alkaloidreaction konnte nicht erhalten werden, trotzdem wohl fast alle diesbezüglichen Reagentien versucht wurden, als: Gold- und Platinchlorid, Kaliumcadmium und Kaliumwismuthjodid, ferner Pikrinsäure, Metawolframsäure, Phosphorwolframsäure, Kaliumbichromat, Jodjodkalium, Bouchardat's Reagens. Silbernitrat wurde nicht reducirt, was Brown-Séquard und d'Arsonval angegeben haben.

Versuch: Diesmal werden 4200 l Luft durchgeathmet und zwar ist wieder um die Glasröhren Kältemischung herumgegeben. Erhalten werden ca. 180 ccm Condensflüssigkeit, Farbe, Reaction etc., wie oben. Im Soxhlet'schen Vacuum wird die gesammte Flüssigkeit bis auf 2 ccm eingedampft; dies wird einer Maus subcutan injicirt. Etwas Benommenheit, die nur ganz kurze Zeit andauert, war die einzige Folge.

Die Frage, ob nicht beim Abdampfen im Vacuum, selbst wenn die Temperatur des Wasserbades nur auf 39° gehalten wurde, doch die angenommenen höheren organischen Verbindungen sich zersetzen und überdestilliren, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden. Weitere Versuche auf dem Wege der Condensation der Exspirationsluft zu irgend einem Ziele zu gelangen, erschienen nach den bisherigen Resultaten aussichtslos, umsomehr, da, wie bereits oben erwähnt, bei unseren Versuchen eine bis zu fünfzehnmal grössere Menge Condensflüssigkeit verwendet wurde, als bei den Versuchen von Lehmann und Hofmann-Wellenhof.

Um nochmals kurz die durch unsere Versuche erlangten Ergebnisse zu überblicken: das Resultat ist völlig negativ, eine toxische Einwirkung des aus der Exspirationsluft stammenden Condenswassers auf Thiere ist nicht nachweisbar, andererseits konnte eine alkaloidartige Substanz gleichfalls nicht gefunden werden. Es können daher im Verein mit Dastre und Loye, Lehmann etc. auch von unserer Seite aus die Entdeckungen Brown-Séquard's und d'Arsonval's in gar keiner Weise bebestätigt werden. Eine Erklärung derselben zu geben, ist mir nicht möglich. Auffallend ist, dass Brown-Séquard selbst in weiteren Mittheilungen dies gleichfalls nicht versucht, er lässt

sich in einer Erwiderung auf die Mittheilung von Dastre und Loy auf eine Kritik der negativen Resultate letzterer gar nicht ein, während er andererseits die positiven Fälle, bei welchen der Effect des destillirten Wassers (auch was die Symptome und den Sektionsbefund anbelangt) doch klar ist, ohne weiteres als weitere Beweise für die Richtigkeit seiner Versuche und Anschauungen in Anspruch nimmt.

Im Hinblick auf alle diese Veröffentlichungen hatte es nun den Anschein, als ob die Frage: »Ist die Ausathemluft giftig oder nicht« durch die zuletzt von Hofmann-Wellenhof, Russo Giliberti, Lehmann und auch von mir angestellten Versuche endgültig im negativen Sinn entschieden sei. Jedoch hat Brown-Séquard[1]) inzwischen wieder andere Versuche angestellt, welche aber auffallender Weise bisher von niemandem in Berücksichtigung gezogen wurden.

Brown-Séquard hat eine Anzahl (8) von luftdicht abgeschlossenen Käfigen aneinander mittels Röhren angeschlossen und durch dieselben mittels eines Aspirators Luft continuirlich hindurchstreichen lassen. Wenn nun Kaninchen in die Käfige gebracht waren, so athmet natürlich nur das im ersten Käfig befindliche reine Luft von aussen, während alle anderen Thiere eine mehr und mehr verunreinigte Luft zur Athmung bekamen. Für die Entfernung der Excremente der Thiere waren besondere Anordnungen getroffen. Es ergab sich durch Versuche, dass das im letzten (8.) Käfig befindliche Kaninchen nach zwei Tagen starb, das im vorletzten nach drei Tagen u. s. f., das im 3. befindliche schliesslich nach acht Tagen. Nur die in den beiden ersten Käfigen befindlichen Thiere, welche die Luft zuerst bekamen, blieben am Leben. Dass die Kohlensäure für dieses Zugrundegehen der Thiere nicht verantwortlich gemacht werden kann, ergab sich aus quantitativen CO_2-Bestimmungen, die zeitweise mit der Luft in den einzelnen Käfigen vorgenommen wurde, ferner noch aus Folgendem: Wird vor die beiden letzten Käfige eine Glasröhre gefüllt mit in Schwefelsäure imprägnirten Bimssteinstückchen eingeschaltet, so bleiben die in diesen Käfigen befindlichen Thiere am Leben.

1) Comptes rendus 1889. S. d. 22 février.

Die Schwefelsäure bindet oder zerstört die organischen Substanzen, somit auch das angenommene Exspirationsalkaloid. Die Symptome, unter welchen die Thiere starben, sind die nämlichen, wie die bei dem durch Injectionen verursachten — von den anderen Forschern und mir nicht beobachteten — Tod, ebenso die Sectionsergebnisse (siehe oben). Brown-Séquard und d'Arsonval nehmen auf Grund dieses Versuches an, die Kaninchen seien gestorben an der Giftigkeit der Exspirationsluft und nicht an der der CO_2.

Erwähnung möge hier auch noch ein Versuch Hammond's finden. Dieser [1]) setzte eine Maus in eine weite Flasche, in deren Innerem mehrere Schwämme gesättigt mit Barytwasser hingen zur Entfernung der CO_2, ferner einige Stückchen Calciumchlorid zur Aufnahme des Wasserdampfes. Neue Luft konnte nach Aufbrauch der alten immer durch ein Rohr zustreichen, welches einige mit Wasser gefüllte Liebig'sche Kugeln passirte. Im übrigen war die Flasche luftdicht verschlossen. Hammond nimmt an, dass durch Absorption der Kohlensäure und Aufbrauch von Luft immer eine Luftverdünnung in der Flasche auftrete, welche ein Zuströmen von neuer Luft durch die Kugeln veranlasse. Die Versuchs-Maus starb nach 45 Minuten; es ergab sich, dass die eingeschlossene Luft organische Bestandtheile enthielt und zwar in grosser Quantität (Probe mit permanganate de potasse). Diese Beobachtung wurde durch mehrfache Versuche bestätigt.

Ich habe dieselben öfters wiederholt. Es ergab sich, dass eine Maus in einem bis auf die oben erwähnte Röhre vollständig dicht verschlossenen 1½ l Glasgefäss mindestens 3 Stunden lebt, wenn nur für Entfernung der Kohlensäure einigermaassen Sorge getragen wird! Der schliessliche Tod der Maus ist wohl theils auf Sauerstoff-Mangel, theils auf Kohlensäure-Ueberladung der Luft zurückzuführen, es ist nämlich durch weitere Versuche nachweisbar, dass es zur völligen und genügenden Absorption von Kohlensäure lange nicht hinreicht, Schwämme in der Flasche aufzuhängen. Die mit Kohlensäure beladene Luft muss vielmehr

1) Nach einem Referate. Richard: Sur la toxicité de l'air expiré in Revue d'hygiène 1889. p. 339.

durch Barytwasser etc. hindurchgeleitet werden. Die Versuche Brown-Séquard's konnte ich aus äusseren Gründen nicht in der nämlichen Weise vornehmen und sie controliren, so wünschenswerth es auch gewesen wäre.

Ich bin jedoch auf Grund folgender ähnlicher Versuche zu genau dem nämlichen Resultate gekommen wie Brown-Séquard. Es werden 4 luftdicht abgeschlossene 1½ l Glasgefässe durch Glasröhren mit einander verbunden; in jedes wird eine Maus verbracht. Zwischen das 3. und 4. Gefäss wird eine Geissler'sche Röhre mit Schwefelsäure eingeschaltet. Wird nun mittels eines Aspirators Luft langsam durch die Gefässe hindurchgeleitet, so muss die zweite Maus die Luft der ersten, und die dritte die Luft der zweiten und ersten etc. einathmen. Es ergab sich, ganz wie bei den Versuchen Brown-Séquards, dass die im 3. Gefäss befindliche Maus zuerst starb und zwar nach 16—20 Stunden, während die im letzten Gefäss befindliche am Leben blieb; wird vor die dritte Maus noch eine Calcium-Chlorid-Röhre eingeschaltet, so stirbt dieselbe circa eine Stunde früher. Zur Sicherung, dass die im letzten Gefäss befindliche Luft nicht bei einer eventuellen Störung des Versuches mit der im Aspirator befindlichen frei communicire, war hinter demselben (Glasgefäss) noch eine mit Schwefelsäure gefüllte Geissler'sche Röhre eingeschaltet. Werden 5 Gefässe mit Mäusen in Verwendung genommen und mittels einer Gasuhr die durchstreichende Luft gemessen (pro Stunde 11—12 l), so starb die vierte Maus nach 19½ Stunden und die dritte nach 21½ Stunden, während die letzte Maus und die beiden ersten am Leben blieben. Die Annahme, der Tod der betreffenden Mäuse sei an Kohlensäure-Vergiftung oder Sauerstoff-Mangel erfolgt, ist hiedurch ausgeschlossen, er muss vielmehr auf ein durch Schwefelsäure zerstörbares oder mit derselben eine Verbindung eingehendes flüchtiges Gift in der Exspirationsluft zurückgeführt werden: wahrscheinlich eine flüchtige Base. Weitere Versuche bestätigten diese Annahme und ergaben noch Folgendes: Wenn mehrere Mäuse in die einzelnen Gefässe verbracht werden, dann kommt sehr viel Condenswasser an der Wand der Glasgefässe zur Entstehung und die Mäuse gehen

bedeutend später zu Grunde, jedoch immer die vor der Schwefelsäure befindliche zuerst und die nach ihr befindliche nie. Das Einschalten von einem mit trockenen Bimssteinen gefüllten Kölbchen vor dem 3. Gefässe lässt hinwiederum den Tod der betreffenden Mäuse etwas früher eintreten. Es hat also den Anschein, als ob sich das angenommene flüchtige Exspirationsgift (Alkaloid?) doch in dem Condenswasser löst und dadurch der Tod der Mäuse verzögert wird.

Einen andauernd ganz gleichmässigen Luftstrom durch die Glasgefässe hindurchzuleiten ist sehr schwierig. Ein kleiner gewöhnlicher Aspirator lässt sich auf die Dauer nicht verwerthen, die Wasserstrahlluftpumpe hat hinwiederum eine ganz wechselnd starke Saugkraft. Hierin liegt auch der Grund, dass die Zeit, innerhalb welcher die Thiere sterben, bei den einzelnen Versuchen so sehr verschieden ist. Ob die vor dem letzten Thiere befindliche Schwefelsäure öfters gewechselt wurde oder nicht, hatte keinen Einfluss auf das Befinden des Thieres, etwas somnolent sind ja alle Thiere bei länger dauerndem Versuche. Wird die Schwefelsäure nicht gewechselt, so zeigt sie bei Ende des Versuchs eine gelbliche Verfärbung. Die Erscheinungen, welche die Thiere bei dem Zugrundegehen zeigen, waren zuerst Unruhe und allmählich zunehmende Beschleunigung der Athmung. Im weiteren Verlaufe Athemverlangsamung, schliesslich stossweise tiefe Respiration, immer seltener werdend, diese führte allmählich zum Tode. Einen Unterschied der Todesart auf diese Weise und an direkter Kohlensäure-Vergiftung konnte ich nicht wahrnehmen. Der Gehalt der durch die Glasgefässe geleiteten Luft an Kohlensäure war nicht giftig, er betrug im höchsten Falle 1,5 % (cfr. auch weiter unten).

Wird vor das vorletzte Glasgefäss eine Geissler'sche Röhre mit 0,1 % Salzsäure-Lösung eingeschaltet, so bleibt bei der Vornahme des Versuchs in der gewohnten Weise die durch Schwefelsäure-Vorlage geschützte letzte Maus am Leben und auch die durch Salzsäure-Lösung geschützte vorletzte Maus. Bei diesem Versuche befanden sich ausser in den beiden letzten Gefässen überall 2 Mäuse in Verwendung. Zwischen dem 2. und

3. Gefässe befindet sich ein Kölbchen mit trockenen Bimssteinen eingeschaltet. Die im 3. Gefässe befindlichen beiden Mäuse starben nach 36 Stunden, etwas später die eine der im 2. Gefässe befindlichen Mäuse.

Werden von der Salzsäurelösung, durch welche die Luft hindurchgestrichen war, je 3 ccm einer Maus subcutan injicirt, so machen sich gar keine Erscheinungen bemerkbar.

Die bei den gestorbenen Mäusen vorgenommene Section ergab nichts Abnormes, ich konnte die von Brown-Séquard angegebenen Befunde, z. B. Hämorrhagien der inneren Organe nicht constatiren.

Versuch: 6 Meerschweinchen werden zusammen in einen allseitig luftdicht abgeschlossenen Glaskasten verbracht, unten auf der einen Seite und oben auf der entgegengesetzten anderen Seite befinden sich eingelassene enge Glasröhren. Mittels der Wasserstrahlluftpumpe wird durch den Käfig Luft hindurchgesaugt, welche aus der oberen Röhre den Käfig verlässt. Werden nun 2 Mäuse jede in einem Glasgefäss verwendet, vor der einen ist wieder eine Geisslersche Röhre mit Schwefelsäure eingeschaltet, und lässt man durch die Glasgefässe die Exspirationsluft von diesen 6 Meerschweinchen hindurchstreichen, so ergibt sich, dass die 1. Maus, welche nicht durch die Schwefelsäure-Vorlage geschützt ist, nach 8½ (bezw. 10) Stunden stirbt, während die andere Maus am Leben bleibt. Die Luft-Quantität, welche man hindurchstreichen lässt, beträgt hier im Durchschnitt 45 l in der Stunde. Sie hatte am Ende des Versuches einen Kohlensäure-Gehalt von 1,8% (bezw. 2%). Wird weniger Luft als 45 l in der Stunde hindurchgesaugt und überschreitet der Kohlensäure-Gehalt der durchgeleiteten Luft 2%, so sterben beide Mäuse entsprechend früh der weniger durchgesaugten Luft, jedoch constant die erste vor der zweiten, welche durch H_2SO_4 geschützt ist.

In einem weiteren Versuche lässt man die Exspirationsluft von 6 Meerschweinchen durch 3 Geissler'sche Röhren, die mit 0,1% Salzsäurelösung gefüllt sind, hindurchstreichen. Die Thiere verbleiben 27 Stunden im Käfig, es streichen während dieser Zeit 1080 l Luft hindurch (pro Stunde 40 l). Die Meerschweinchen

werden herausgenommen, der Käfig gereinigt, andere 6 Thiere wieder hineinverbracht und wieder luftdicht verschlossen. Es werden wieder 1080 l Luft hindurchgesaugt, diesmal in 29 Stunden. Die Menge der in den beiden ersten Geissler'schen Röhren befindlichen Salzsäurelösung beträgt 30 ccm.

Wird ebensoviel gewöhnliche Salzsäurelösung einem Meerschweinchen subcutan injicirt, dann machen sich keine besonderen Symptome bemerkbar ausser in der ersten Zeit gewisse Benommenheit. Die Injection von der in den Geissler'schen Röhren befindlichen SalzsäureLösung bringt gleichfalls keine besonderen Erscheinungen hervor. Eine längere Fortsetzung dieses Versuches, um grössere Quantitäten Luft durch die Salzsäure-Lösung streichen zu lassen, wurde nicht vorgenommen. Es würde wegen der starken Ausdünstung der Excremente der Meerschweinchen ein positives Resultat doch nicht mit Sicherheit auf eine Giftigkeit der Exspirationsluft der Thiere zurückführbar sein.

Es lag nun bei weiter anzustellenden Versuchen nahe, den von Wurtz angegebenen Weg zur Darstellung des Exspirationsalkaloides zu verfolgen, jedoch haben Lehmann und Jessen dieses bereits ohne Resultat versucht. Ich habe daher das Wurtz'sche Verfahren etwas modificirt und bin in folgender Weise verfahren: Es wurde statt durch Oxalsäure längere Zeit durch vorgelegte Salzsäure hindurchgeathmet. Der Grund für das Vorlegen der Salzsäure ist — um es nochmals zu wiederholen, vgl. oben — die angenommene freie Base der Exspirationsluft zu binden. Der entstehende neue Körper wäre dann vielleicht nicht flüchtig.

Zur Vornahme der Versuche werden folgende Vorbereitungen getroffen: Ein oben gerade abgeschnittener langer Messcylinder (1000 ccm) wird mit einem 5fach durchbohrten Pfropfen versehen. Durch die 4 äusseren Löcher werden dünne, unten eng ausgezogene Glasröhren durchgeführt, welche bis fast auf den Boden des Glascylinders herunterführen. Oben, etwas oberhalb des Pfropfens sind die Glasröhren U förmig abgebogen, ausserhalb des Cylinders in seiner ganzen Länge heruntergeführt nochmals U förmig abgebogen und wieder in die Höhe geführt, um mit

einem nach aufwärts gebogenen Ansatzstück zu enden. Hierüber werden kurze Gummischläuche geschoben. Im mittleren Loche des Korks steckt ein weites Glasrohr, von hier führt ein Schlauch

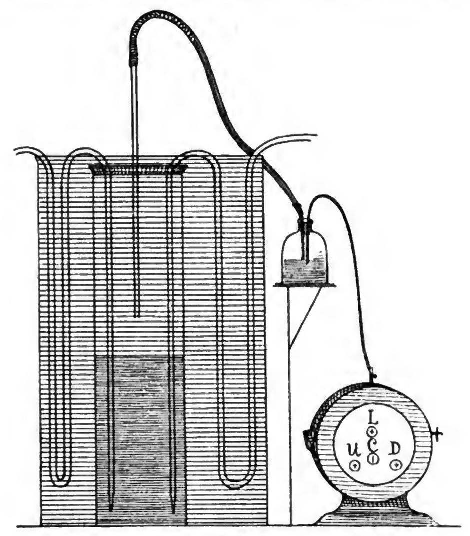


Fig. 2.

zu einem mit Chlorkalium gefüllten Gefäss, dann hieraus zu einer Gasuhr.

Der ganze Apparat steht in einem Bottich gefüllt mit 37 ° warmem Wasser, um jede Condensation der Ausathemluft zu vermeiden. Die 4 kurzen Gummischläuche sind aus dem Wasser herausgeführt, enden frei, jedoch möglichst kurz.

Vor dem Versuche werden alle Glasröhren ausgeglüht, der Messcylinder und Kork im Koch'schen Dampfkochtopf sterilisirt. In die Glasröhren werden Wattepfröpfe hineingeschoben, welche jedoch wieder entfernt werden mussten, da sie durch das Hereinblasen von aussen her in den Röhren weitergetrieben wurden. Im

Cylinder befinden sich 500 ccm 1% Salzsäure, durch welche die hereingeblasene Luft in kleinen Bläschen hindurchstreichen muss.

Die Salzsäure wird auf ihre Reinheit vorher untersucht, sie ist frei von Schwefelsäure, Eisen, Chlor und Arsen, desgl. frei von schwefliger Säure.

Vorversuch: Werden 500 ccm 1% Salzsäure auf dem Wasserbad zur Trockne abgedampft, so bleibt so gut wie kein Rückstand, nur ein leichter gelblicher Schein in der rein weissen Porzellanschale. 2 ccm destillirtes sterilisirtes Wasser werden in die Schale gebracht und damit aufgewaschen. Man erhält dadurch eine ganz schwach gelblich gefärbte, sauer reagirende Flüssigkeit. Wird diese einer Maus subcutan unter die Rückenhaut injicirt, so sind an der Maus nicht die geringsten Erscheinungen bemerkbar, es wird die Injection gut ertragen. Weitere Probeversuche ergeben, dass selbst 3 ccm dest. sterilis. Wasser, subcutan einer Maus injicirt, noch ganz gut vertragen werden, die Maus bleibt am Leben, sie zeigte nur besonders in der ersten Stunde nach der Injection nicht so grosse Lebhaftigkeit ihrer Bewegungen wie vorher, und anscheinend auch Abnahme der Fresslust. — Nach Injection von 4 ccm dest. steril. Wasser bei einer Maus tritt der Tod in ca. 2—2½ Stunden spätestens ein und zwar unter den Erscheinungen von Krämpfen, Steifwerden und Schlagen des Schwanzes.

Versuch: Während des Tages exspiriren 4 Leute abwechselnd oder zusammen durch den Apparat, es werden im ganzen 1100 l Luft hindurchgeathmet. Abends wird der Apparat aus dem Bottich herausgenommen und der Stöpsel vom Messcylinder entfernt. Es ist kein besonderer Geruch (ausser wie bei schwacher Salzsäure gewöhnlich) bemerkbar. Die Flüssigkeit wird auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft, es bleibt ein theils mehr hellbraun, theils mehr dunkelbraun gefärbter Rückstand. Derselbe wird in 1½ ccm steril. destill. Wasser aufgenommen und gibt so eine schwach braun gefärbte, nicht riechende Flüssigkeit von schwach saurer Reaction. Die Flüssigkeit wird einer Maus subcutan unter die Haut des Rückens injicirt. Einige Zeit nach der Injection verlangsamte, stossweise Respiration, die Maus frisst nicht, hält die Augen meist geschlossen, bleibt auf demselben

Fleck sitzen, alles Erscheinungen, welche sich nach 2 Stunden wieder verlieren. Am nächsten Morgen wird die Maus todt vorgefunden. Die Section und sofortige Untersuchung des Blutes und der Milz auf Bakterien ergibt negatives Resultat. Je eine Bouilloncultur aus dem Blut (abgeimpft aus dem Herzen) und aus der Milz gleichfalls. 2 direct aus der Flüssigkeit hergestellte Stichculturen bestätigten dies Resultat In gleicher Weise je eine aus dem Herzblut und aus der Milz hergestellte Plattenkultur. Der Apparat ist bei einem weiteren Versuch nur unwesentlich verändert. Es wird unmittelbar über dem Kork jede der 4 Glasröhren birnförmig (entsprechend einer Pipettenbauchung von 25 ccm) vom Glasbläser ausgeblasen, um einem allenfallsigen, durch die Ungeschicklichkeit einzelner Durchathmer bedingten Aufsteigen der Salzsäure und Herübersteigen derselben in die U förmig gebogenen Röhren besser begegnen zu können. Es ergab sich nämlich, dass einzelne Leute beim Durchathmen statt nur durch die Glasröhren zu exspiriren auch Versuche machten durch dieselben zu inspiriren. Die H Cl stieg herüber in die U förmig gebogene Röhre, vermischte sich hier mit dem heruntergelaufenen Speichel und wurde nun häufig wieder durch erneutes Hineinblasen wieder in den Cylinder zurückgetrieben. Hiedurch schlugen mehrere Versuche fehl. Zu empfehlen ist fernerhin jeden Gummischlauch kurz vor dem Ende mit einem Quetschhahn zu versehen, derselbe wird nur während des Hineinblasens geöffnet, kurz vorher und sofort nachher wieder geschlossen. Desgleichen ist rathsam, dass nicht mehr als 2 Leute gleichzeitig blasen, da mit der Zahl der Blasenden auch der Widerstand im Cylinder und im engen Abzugsrohr nach der Gasuhr zu wächst, ein Umstand, welcher das Hineinblasen ungemein erschwert. Ein Controllversuch, wie viel Speichel sich in der U Vorlage ansammeln dürfe, ohne dass man Gefahr laufe, diesen herüberzublasen in die vorgelegte Salzsäure, ergab fast 2 ccm Flüssigkeit. Fehlerquellen beruhend auf Verunreinigung der Salzsäure mit Speichel sind also ausschliessbar.

Versuch: Es werden 1200 l Luft durch die vorgelegte Salzsäure hindurchgeathmet, das Gefäss bleibt dann ohne geöffnet zu

werden, über Nacht im Wasser stehen. Bei Abnahme des Stöpsels kein Geruch bemerkbar. Abdampfung der Salzsäure auf dem Wasserbad, Zurückbleiben eines leicht bräunlich gefärbten Rückstandes wie oben. Aufnahme in 1 ccm steril. destillirtem Wasser und subcutane Injektion einer Maus. Dieselbe bleibt am Leben, nur einige Zeit nach der Injection Athmung etwas stossweise, was sich nach ca. 2 Stunden wieder verliert.

Versuch: Durchathmung von 2240 l Luft, ein Geruch ist bei Abnahme des Stöpsels wieder nicht bemerkbar. Kurz vor Ende des Versuchs wird in eine der U-förmig gebogenen Röhren, bei welcher der oben erwähnte Quetschhahn nicht rasch genug geschlossen wurde, von der im Standgefäss befindlichen Salzsäure ca. 15 ccm hineingetrieben, wahrscheinlich durch zu starkes Blasen von einer anderen Röhre aus. Um eine Verunreinigung der HCl zu vermeiden, wird die Röhre sofort entfernt. Eindampfen der Flüssigkeit auf dem Wasserbad. Rückstand unerheblich anders wie das letzte Mal. Aufnahme in 2 ccm. aq. destill. und subcutane Injection einer Maus. ½ Stunde nach der Injection ist die Maus etwas benommen, schläfrig, rührt sich kaum, Athmung verlangsamt und stossweise, Erscheinungen, welche alle nach 2 Stunden völlig verschwunden sind.

Zur noch grösseren Sicherheit gegen allenfallsige Verunreinigung wird der Apparat bei einem weiteren Versuch in folgender Weise modificirt: Es werden 2 Röhren überhaupt ausgeschaltet, für die 2 andern werden Wulff'sche Flaschen vorgelegt, durch welche nun hindurchgeblasen werden muss. Sämmtliche Flaschen stehen wieder in einem mit 37 ° warmem Wasser gefüllten Bottich (s. Figur Seite 23).

Es wird diesmal eine nur 0,25 % Salzsäure vorgelegt, ferner werden noch folgende Vorversuche vorgenommen: 500 ccm 0,25 % Salzsäure auf dem Wasserbad zur Trockene verdampft hinterlassen keinen Rückstand. 500 ccm 0,25 % Salzsäure, durch welche mittels eines Aspirators 10000 l gewöhnliche Luft (aus dem Freien) hindurchgeleitet wurde, gemessen mit der Gasuhr, ergeben zur Trockne verdampft, gleichfalls keinen bemerkbaren Rückstand.

2*

Versuch: An 5 aufeinanderfolgenden Tagen werden durch die vorgelegte 0,25% Salzsäure 10000 l Luft hindurchgeathmet. Am zweiten Tag wird durch zu starkes Blasen von der einen Seite her ca. 50 ccm der Salzsäure in die auf der anderen Seite befindliche Wulff'sche Flasche herübergetrieben. Dieselbe wird ausgewaschen, die fehlende Salzsäure ergänzt. Der Versuch kann dann ohne weitere Fährlichkeit zu Ende geführt werden. Nach Beendigung des Durchblasens zeigt die Salzsäure keinen besonderen spezifischen Geruch, ist hell, klar, schwach sauer. Eindampfung der Flüssigkeit auf dem Wasserbad zur Trockne, es bleibt ein ziemlich erheblicher stark dunkelbraun gefärbter Rückstand.

Aufnahme desselben in 3 ccm sterilisiertem, destillirtem Wasser, die Flüssigkeit wird (bei Zimmertemperatur, wie bei allen vorher gehenden Versuchen) in toto einer Maus injicirt. Kurze Zeit nach der Injection werden die gleichen Symptome wie bei den früheren Versuchen beobachtet, eine bemerkbare Steigerung derselben entsprechend dem grösseren Rückstand ist nicht vorhanden. 2 Stunden nach der Injection sind auch diesmal alle Erscheinungen geschwunden.

Versuch: Hindurchathmung von 2800 l Luft durch 0,25% Salzsäure. Eindampfung auf dem Wasserbad, geringer etwas bräunlich verfärbter Rückstand, derselbe wird in 2 ccm sterilisirtem destillirtem Wasser aufgenommen und einem Kaninchen — wie zu erwarten — ohne jeden Erfolg subcutan injicirt.

Die bisher vorgenommenen Untersuchungen berechtigen zu folgendem Ergebnis. Die Exspirationsluft von gesunden Menschen enthält, wie es auch bereits schon Ransome, Seegen und Novack angegeben haben, in der That organische Substanzen, allerdings in sehr geringer Menge. Dieselben sind in der Quantität, wie sie angewendet werden konnten, oder in Verbindung mit Salzsäure nicht giftig oder, was auch möglich wäre, nur für die zu den Versuchen angewendeten Thiere nicht giftig. Bei dem 1. Versuch ist allerdings die Maus gestorben, ein Grund hiefür ist entweder eine intercurrirende Erkrankung oder ist vielleicht darin zu suchen, dass einer der Bläser an foetor ex ore litt. Dies wurde bei den weiteren Versuchen vermieden.

Die im Folgenden noch angestellten Versuche hatten verschiedene Absichten als zu Grunde liegend Zunächst sollte die Verbindung, welche die betreffende organische Substanz mit der Salzsäure eingeht, durch Neutralisirung mit Natronlauge gelöst und die frei werdende organische Substanz durch Destillation im Destillat gewonnen werden. Das Destillat wurde dann in seiner Wirkung auf die Thiere geprüft; sowohl direct eingeatmet, als auch als Injection. Weiter war dann noch zu versuchen, ob nicht die organischen Substanzen der Exspirationsluft auch mit anderen Säuren, durch welche hindurchgeathmet wurde, eine Verbindung eingehen, schliesslich waren sie noch in chemischer Beziehung zu prüfen, wozu zunächst eine Eindampfung der Salzsäurelösung im vacuum versucht werden sollte.

Versuch: Durchathmung von 2400 l Luft durch 0,25 % Salzsäure. Nach Abschluss des Versuchs Uebersättigung der Salzsäure mit Natronlauge, Reaction nun stark alkalisch. Überdestilliren aus einem Kolben durch den Liebig'schen Kühler. Das Destillat riecht, wie einige behaupten, nach Lauge, andere: schwammig, moderig. Es reagirt neutral. Die ersten 2 ccm, welche überdestilliren, werden einer Maus injicirt. Dieselbe zeigt eine Zeit lang eine gewisse Benommenheit, bleibt immer auf demselben Fleck sitzen, frisst nicht, hält die Augen geschlossen. Nach zwei Stunden wieder normaler Zustand.

Vorversuch: 500 ccm gewöhnliches Wasser werden in einem Kolben erhitzt und durch einen Liebig'schen Kühler überdestillirt, das Ende der durch den Kühler gehenden Glasröhre wird bis fast auf den Boden einer oben verstöpselten weiten Glasflasche geführt. Ca. 4 cm über dem Boden befindet sich ein auf einem Gestell ruhendes, die ganze Weite der Flasche ausfüllendes Drahtnetz. Im Kork befinden sich noch zwei weitere Oeffnungen zur freien Circulation der Aussenluft mit der im Glas befindlichen.

In die Flasche wird eine Maus verbracht, das Gefäss geschlossen und eine Stunde lang überdestillirt, ohne dass die Maus irgenwelche Einwirkungen zeigte; erst eine Stunde nach Beendigung des Versuches (Ueberdestillirens) wird die Maus aus dem Gefäss wieder herausgenommen, sie ist vollkommen gesund.

Vorversuch: 500 ccm 0,1 % HCl werden mit Natronlauge versetzt bis zur starken alkalischen Reaction und gleichfalls überdestillirt. Die wieder in der Flasche befinliche Maus verträgt dies eine Stunde lang ohne jede Einwirkung, ebenso einen weiteren sich daran anschliessenden Aufenthalt von zwei Stunden in der Flasche.

Versuch: Durchathmen von 2200 l Luft durch 500 ccm 0,1 % Salzsäure. Zusatz von Natronlauge bis zur alkalischen Reaction. Ueberdestillieren durch den Liebig'schen Kühler. Es ist wieder wie oben derselbe moderige Geruch bemerkar. Die Maus (im Gefäss) erträgt $^{1}/_{4}$ Stunde lang ohne wahrnehmbare Aenderung ihres Befindens den Geruch, nur ist etwas Schläfrigkeit an ihr zu bemerken. Nach $^{1}/_{4}$ Stunde wird das Ueberdestilliren unterbrochen, die Maus bleibt noch zwei Stunden in dem verschlossenen Gefäss, ohne dass sich sonst Bemerkbares verzeichnen liesse.

Versuch: Alles ebenso mit 1200 l Luft. Beim Ueberdestilliren fehlt der Geruch. Eine volle Stunde bleibt eine Maus dabei im Glasgefäss, wobei noch die anderen Luftlöcher verstopft sind: auch hier wieder gar keine Einwirkung, auch nicht durch ein weiteres zweistündiges Belassen der Maus im Gefäss.

Vorversuch: Es werden 500 ccm einer 0,1 %-Essigsäurelösung auf dem Wasserbad zur Trockene verdampft. Es bleibt ein kaum bemerkbarer Rückstand in der Porzellanschale. Nachspülen mit 2 ccm destillirtem sterilisirtem Wasser und Injection unter die Rückenhaut einer Maus ohne jeden Erfolg.

Statt Salzsäure wurde diesmal Essigsäure genommen in der Voraussetzung, dass sich dieselbe beim Eindampfen vollständiger verflüchtige.

Der Apparat ist derselbe wie bei den früheren Versuchen, nur sind diesmal bloss die beiden Wulff'schen Flaschen allein zur Verhütung einer Condensation der Exspirationsluft in 37° Wasser. Das Standgefäss mit der Essigsäure dagegen befindet sich frei auf dem Tische stehend bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. (Siehe Figur S. 23).

Versuch: Durchathmen von 3000 l Luft durch 500 ccm 0,1 % Essigsäure. Es findet eine Zunahme dieser Flüssigkeitsmenge

durch Condensation der Exspirationsluft um ca. 80 ccm statt. Eindampfung auf dem Wasserbad. Es bleibt nur eine eben solch geringe Spur von Rückstand, wie sie erhalten wurde durch Eindampfung der Essigsäurelösung allein.

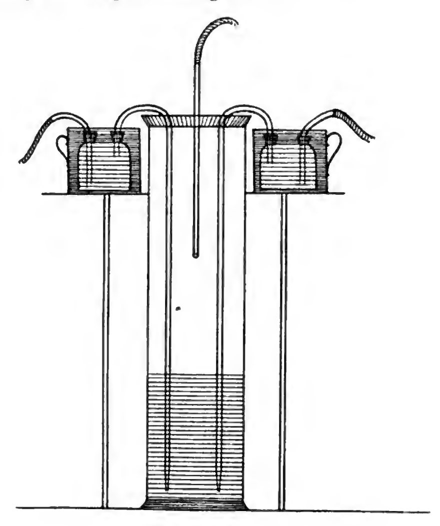


Fig. 3.

Aufnahme in 2 ccm aq. steril. dest., Injection einer Maus subcutan, ist, wie zu erwarten war, erfolglos. Aus diesem Befund lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Die durch die Salzsäure-Versuche nachgewiesenen organischen Substanzen der Exspirationsluft gehen entweder überhaupt keine Verbindung mit der Essigsäure ein oder im Falle eine Verbindung zustande kommen sollte, zersetzt sich dieselbe beim Abdampfen auf dem Wasserbad und entweicht. Eine Eindampfung im Vacuum wurde hier wegen des doch wahrscheinlich gleichfalls negativen Resultats nicht versucht.

Vorversuch: Abdampfung von 500 ccm 0,25 % Salzsäure im Vacuum soweit als möglich. Zurückbleiben von ca. 3 ccm einer äusserst stark riechenden und stark sauer reagirenden Flüssigkeit. Zur Neutralisirung ist viel kohlensaures Natron nötig. Durch Trocknen der Flüssigkeit im Trockenofen und Wägen ergibt sich eine Menge von 0,921 g Cl Na. Injection einer Maus nach Auflösung in 2 ccm steril. destil. Wasser; nach 20 Minuten Auftreten von Krämpfen, Schlagen mit dem steif gewordenen Schweif, Opistotonus, Tod nach 30 Minuten unter allseitig auftretender Schwäche und Langsamerwerden der Respiration.

Injection von 0,5 g Cl Na gibt dieselben Erscheinungen, nur etwas später auftretend, Tod nach etwa 45 Minuten. Injection von 0,3 Cl Na gleichfalls tödlich nach 1 Stunde 5 Minuten. Injection von 0,15 Cl Na diesmal gelöst in nur 1 ccm steril. destill. Wasser ergibt nach bereits 5 Minuten Tieferwerden der Respiration, nach 10 Minuten Auftreten von Krämpfen und bereits nach 20 Minuten Tod. Das verhältnismässig viel raschere Absterben des Thieres diesmal bei nur 0,15 Cl Na ist auf die Anwesenheit von relativ so wenig Wasser zu beziehen; injicirt man 2 ccm Wasser mit ebensoviel (0,15) Na Cl, dann stirbt das Thier nach ca. 1 Stunde 35 Minuten. Injection von 0,05 Na Cl in 2 ccm Wasser gelöst wird von einer Maus vertragen, während 0,075 nach etwa 2 Stunden noch zum Tode führt, 0,06 wird manchmal vertragen.

Aus diesen Vorversuchen ergibt sich für uns folgende Schlussfolgerung: Mit Eindampfung der Flüssigkeit — durch welche durchgeathmet wurde — im Vacuum sind keine Resultate deshalb zu erhoffen, da nach Neutralisirung der selbst nur 0,1 % H Cl immer noch so viel Na Cl entsteht, dass eine Injection bei einer Maus schon aus diesem Grund tödlich wirkt. Bei einem Kaninchen hinwiederum, bei welchem derartige Na Cl-Mengen nicht schädlich werden, erscheint uns die durch Durchathmen selbst einer erheblichen Menge von Luft erhaltbare organische Substanzen für — wie schon oben gezeigt — viel zu gering, um toxisch wirken zu können. Es findet sich schliesslich noch ein weiterer Punkt, weswegen gleichfalls das Eindampfen im Soxhlet'schen

Vacuum für unsere Zwecke nicht verwendbar erscheint. Wie oben gezeigt, restiert nämlich beim Eindampfen zuletzt eine äusserst stark sauer reagirende Flüssigkeit, hierdurch ist jedoch im Hinblicke auf die Arbeit Briegers über die Ptomaine eine, wenn auch nur theilweise, Zerstörung der jedenfalls sehr labilen höheren organischen Producte wohl nicht vermeidbar.

Infolge dieser Erwägungen wird daher auch beim Eindampfen der HCl auf dem Wasserbad immer eine entsprechende Menge essigsaures Natron hinzugesetzt.

Vorversuch: 500 ccm 0,1% Salzsäure werden mit 1,2 g essigsaurem Natron versetzt und auf dem Wasserbad bis auf etwa 2 ccm eingedampft. Man versucht dann in der Kälte das entstandene Cl Na herauskrystallisiren zu lassen, es erscheint jedoch, da dies nicht vollständig geschieht, die restirende Flüssigkeit uns wegen des noch grossen Cl Na Gehalts zur Injection bei einer Maus nicht verwendbar (auf Grund obiger Controlversuche). Es wird die Flüssigkeit auf dem Wasserbad völlig zur Trockne verdampft, Zurückbleiben eines weissen hygroskospischen Salzes, welches mit Alkohol absolutum extrahirt wird. Man filtrirt ab und der Alkohol wird abgedampft, es bleibt eine allerdings bedeutend geringere, aber für unsere Zwecke immer noch zu grosse Menge eines weissen Rückstandes zurück, in welchem Essigsäure und Salzsäure nachweisbar ist. Trotz öfterer Extrahierung dieser Salze mit absolutem Alkohol, Filtration und wiederholter Eindampfung bleibt schliesslich doch zu viel Salz zurück, um diesen Weg als endgültigen bei einem Hauptversuch einschlagen zu können, dagegen ergeben sich als brauchbare Extractionsmittel: Chloroform, Aether und Amylalkohol, welche alle nichts von jenem Salze zur Lösung bringen.

Versuch: 1200 l Luft werden durch 500 ccm 0,1% H Cl Lösung hindurchgeathmet. Zusatz von 1,2 g essigsaurem Natron und Abdampfung auf dem Wasserbad bis auf 2 ccm. Herauskrystallisirung von Cl Na in der Kälte gelingt auch hier nicht genügend. Es wird daher alles zur Trockne verdampft, es bleibt ein tief dunkelgelb gefärbter salziger hygroskopischer Rückstand. Extraction mit Alkohol absol. beweist uns, dass die Farbe in den

Alkohol übergeht und dass ein rein weisses Salz zurückbleibt. Da sich jedoch, wie oben gezeigt, dieser Weg nicht weiter verfolgen lässt, so wird der Alkohol wieder auf dem Wasserbad abgedampft und das nun restirende dunkelgelb gefärbte Salz mit Chloroform extrahirt. Die Farbe (von organischen Verbindungen jedenfalls herrührend) geht nun ins Chloroform über. Es wird filtrirt und der auf dem Filter zurückbleibende Rückstand öfters mit Chloroform durchgewaschen. Der gesammelte Chloroformauszug wird auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft. Es bleibt ein spärlicher matt gelb gefärbter Rückstand, welcher in 2 ccm aqua steril. dest. aufgenommen wird. Injection einer Maus unter die Haut des Rückens: ohne jeden Erfolg.

Controllversuch: Abdampfung von ebensoviel Chloroform auf dem Wasserbad ergibt eine kaum bemerkbare Verfärbung des Porzellanschälchens.

Versuch: Durchathmung von 4000 l Luft durch 500 ccm 0,1% Salzsäure. Zusatz von 1,2 g essigs. Natr. Die Abdampfung zur Trockne auf dem Wasserbad ergibt salzigen schwach braun gefärbten Rückstand. Extraction mit Chloroform-Filtration und Abdampfung des Chloroforms in einem Platintiegel. Der Rückstand wiegt 2,2 mg, nach 2stündigem Trocknen bei 100 g 1,7 mg, während ebensoviel Chloroform allein abgedampft und getrocknet einen Rückstand von nur 2 mg gibt.

Aufnahme des Rückstandes in 2 ccm steril. destill. Wasser und subcutane Injection einer Maus: ohne jeden Erfolg.

Die Möglichkeit, dass beim Trocknen des Chloroformauszugs eine Spaltung der organischen Substanz eingetreten ist, kann mit Sicherheit nicht ausgeschlossen werden. Bei einem weiteren Versuch wird daher das Trocknen wieder unterlassen.

Versuch: Durchathmung von 5000 l Luft durch 500 ccm 0,1% Salzsäure-Lösung. Weiterbehandlung wie bei dem letzten Versuch, Rückstand wie oben, Extraction mit Chloroform, Filtration und erneute Abdampfung. Aufnahme des spärlichen schwach braun gefärbten Rückstandes in 2 ccm sterilisirtem, destillirtem Wasser und subcutane Injection einer Maus: ohne Erfolg.

Ich bin zu Ende mit meinen Versuchen: Die von Brown-Séquard und d'Arsonval gefundenen Resultate, wonach die von Kaninchen exspirirte Luft andere Kaninchen allmählich vergiftet, kann ich in vollem Umfange bestätigen. Ich halte gleich wie diese Forscher die Ausathemluft auf Grund dieser Art von Versuchen für giftig. Den Nachweis dafür bei höher stehenden Thieren oder beim Menschen zu bringen, halte ich bei genügend lang angestellten Versuchen für möglich. Ob freilich das von manchen Forschern auf die Giftigkeit der Exspirationsluft zurückgeführte Uebel- und Ohnmächtigwerden von Menschen in überfüllten Tanz- oder Concertsälen etc. auf eine Giftigkeit der Exspirationsluft zurückführbar ist, wie es z. B. Lehmann zu thun im Sinne hatte, dafür möchte ich mich nicht bestimmt entscheiden. Man muss auch an die enorme Temperatursteigerung an solchen Orten denken, an die zunehmende Verunreinigung der Luft mit Kohlensäure und anderen auf die Respirationsorgane schädlich einwirkenden Gasen (Hautausdünstung, Fettsäuren etc.), ferner an das in unserer nervösen Zeit bei so vielen Menschen vorhandene Gefühl von leicht eintretender Ermüdung und Erschöpfung; wie systematisch und andauernd fand andererseits bei unseren Versuchen die Einwirkung der durchstreichenden Luft auf die Thiere statt, unter möglichstem Ausschluss aller anderen schädlichen Nebenwirkungen.

Zu welcher Gruppe von organischen Verbindungen die giftige flüchtige Substanz gehört, hierüber kann ich kein abschliessendes Urtheil geben. Auffallend und bei allen meinen Versuchen in gleicher Weise bestätigt erhalten, ist das Aufhören der giftigen Wirkung, sowie der betreffende Körper mit Säuren, Alkalien etc. in Berührung kommt; im Condensationswasser der Exspirationsluft ist derselbe nicht nachweisbar, wohl aber wird er gebunden, wenn man die Exspirationsluft durch verdünnte Salzsäure leitet. Es erscheint somit die Annahme gerechtfertigt, der giftige Körper der Exspirationsluft ist eine Base, welche durch Eingehen einer Verbindung mit Säuren seine Giftigkeit verliert. Alkaloidreactionen erbrachten nie Resultat; es gelingt die Aufnahme der entstandenen Salzsäure-Verbindnng in Chloroform und Aether. Vielleicht lassen

sich bei Anwendung von ungemein grossen Luftquantitäten noch genauere Einblicke in die Natur des sogenannten Exspirationsalkaloids erzielen. Die Exspiration von Luft durch Reagentien wie Kaliumplatinchlorid etc. oder das Hindurchsaugen von exspirirter Luft durch dieselben habe ich nicht versucht, ich versprach mir hievon kein Resultat.

Wenn wir über alle angestellten Versuche nochmals ein kurzes Resumé anführen wollen, so ergibt sich folgendes Resultat: Die Exspirationsluft gesunder Menschen und Thiere enthält flüchtige organische Substanzen in äusserst geringer Menge.

Es handelt sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit um eine Base, welche in ihrem flüchtigen Zustand giftig ist.

Geht sie eine Verbindung mit Säuren etc. ein, so verliert sie ihre Giftigkeit.

Für die Anregung, welche mir Herr Prof. Dr. Emmerich bei dieser Arbeit zu Theil werden liess, erlaube ich mir hiemit meinen besten Dank auszusprechen.

Ueber einige wichtige Eigenschaften unserer Kleidungsstoffe.

Von

Prof. Dr. **Rubner**.

Bei hygienischen Betrachtungen über die Bedeutung der menschlichen Kleidung hat man den Gewinn unmittelbar practisch verwerthbarer Ergebnisse so sehr in den Vordergrund gestellt, dass man die Schwierigkeit, welche sich der Forschung durch ein derartiges summarisches Verfahren entgegenstellen, ganz übersah. Das Endziel hygienischer Bestrebungen ist zwar stets eine practische Lösung, aber nur in systematischer Arbeit lässt sich dieselbe auf kürzestem Wege erreichen. Man hat sich bemüht, Kleidungsstoffe aus Leinen, Seide, Wolle, wie sie das tägliche Leben bietet, auf ihr Wärmeleitungsvermögen, Wärmeabsorption, in ihrer Fähigkeit Wasser aufzunehmen, zu prüfen, und vielfach die Ergebnisse als eine Function der Grundstoffe der Kleidung, der Seide, der vegetabilischen Faser, des Haares aufgefasst.

Wenn man die Eigenschaft der Wärmedurchgängigkeit z. B. studieren will, so kommt es nicht nur auf das spec. Leitungsvermögen der Substanzen, sondern auch auf die Dicke an, welche die betreffenden Stoffe besitzen; das geringe Wärmeleitungsvermögen eines Wollstoffes, der 20 mal dicker sein kann, als ein Schirting, wird niemanden, der die Dickenverhältnisse kennt, in Erstaunen setzen.

Die Dicke der Bekleidungsstoffe und Kleidung ist also eine fundamentale Eigenschaft, welche vor allem bekannt sein muss.

Maassgebend für eine Reihe von Beziehungen, erscheint uns weiter die Vertheilung von fester Substanz und Luft einer Kleidung.

Vorausgesetzt die spec. Gewichte der Kleidungsstoffe an sich, seien nicht wesentlich von einander verschieden, so würde die Vertheilung von Luft und fester Substanz in einer Raumeinheit, welche durch das spec. Gewicht ausgedrückt werden kann, uns über Vieles aufklären, z. B. über die Grösse der Hohlräume in der Kleidung, über die Menge des Wassers, welches in die Hohlräume eingeschlossen wird, über den Einfluss der Webweise auf die Dichtigkeit, über die Luftbeweglichkeit, über die durch die Natur der Bekleidungsstoffe selbst begründete Verschiedenheit der Eigenschaften.

Ich habe es auf Grund dieser Überlegungen und auf Grund der praktischen Erfahrung in dieser Materie, für zweckmässig gehalten, für die wesentlichsten Stoffe, welche in Frage kommen, die elementaren Eigenschaften, die ich im folgenden näher ausführe, zu studieren[1]). Die komplicirteren Aufgaben der Lehre von der Kleidung haben mich stets auf diesen Ausgangspunkt der Untersuchung zurückgewiesen.

Die Dicke der Kleidungsstoffe.

Merkwürdigerweise hat man bei dem Studium von Eigenschaften, bei welchen die Dicke unbedingt eine Rolle spielt, wie z. B. beim Wärmeleitungsvermögen, auf dieselbe kaum geachtet. Ein dünner Seidenstoff wird, welches Wärmeleitungsvermögen er auch besitzen mag, minder gleiche Wirkung erzielen, wie ein dicker Flanell.

Ich habe schon früher einige Angaben über die Dicke[2]) der Kleidung und über die Nothwendigkeit der Rücksichtnahme auf solche Messungen gemacht und zu gleicher Zeit hat auch Schuster die letztere betont.

1) Die Ergebnisse sind grösstentheils in dem Artikel »Kleidung« meines Lehrbuchs (4. Aufl.) bereits verwerthet.

2) Rubner's Hygiene. 3. Aufl. S. 59.

Um für weitere Betrachtungen ein ausreichendes Material zu besitzen, habe ich nach einem später mitzutheilenden Verfahren bei einer grossen Zahl ungebrauchter Stoffe ihre Dickendimensionen festgestellt.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, alle möglichen Handelswaaren der Untersuchung zu unterziehen; ich habe mich vielmehr auf eine bestimmte Auswahl von Objecten, welche durch ihre Webweise und Grundstoffe etwas Typisches repräsentiren, beschränken zu müssen geglaubt. Im Wesentlichen schien es mir zweckmässig, in folgendem die Nothwendigkeit und Verwerthbarkeit des Studiums der Grundeigenschaften der Kleiderstoffe etwas näher zu begründen.

Die Dicke der Kleidungsstoffe messe ich, indem ich ein Gewicht mit einem vertikalen Stäbchen, von welch letzterem horizontal eine Nähnadel ausgeht, auf die horizontal gelagerten Stoffe lege. Die Nähnadelmarke wird vor einem in Millimeter getheilten Maassstab gestellt und der Stand der Nadel mittelst Kathetometer abgelesen.

In Anwendung wurden verschiedene Belastungen bei 8 bis 16 facher Lage der Stoffe gezogen,

die eine	betrug	0,82	g	pro	qcm
„ zweite	„	12,9	„	„	„
„ dritte	„	78,8	„	„	„

Die stärkste natürlich vorkommende Belastung ist jene der Fussflächen; sie übertrifft die dritte eben bezeichnete Grösse nicht unwesentlich. An anderen Körperstellen erreicht der auf die Kleidung treffende Druck nirgends einen erheblichen Werth.

Ich habe nach der genannten Methode eine grosse Anzahl von Stoffen gemessen; die nachfolgende Tabelle enthält für die minimalste Belastung die gefundenen Werthe.

Tabelle 1.

Stoffe der Unterkleidung.

Dicke in mm.

a) glattgewebte:

feine Baumwolle	0,17
etwas stärker	0,31
grobes Leinen	0,75

b) Trikotstoffe:

Seidetrikot	1.	0,60
,,	2.	0,56
,,	3.	0,62
Baumwolltrikot		1,01
Wolltrikot		1,12
Mischung Seidebaumwolle		1,15
,, Wolleseide	1.	1,12
,, ,,	2.	1,13
,, ,,	3.	1,14
,, ,,	4.	1,17
Leinentrikot	1.	1,10
,,	2.	1,10
,,	3.	0,75

c) Flanelle:

Baumwollflanell	1,19
leichter Wollflanell	1,70
schwerere Sorte	2,50
dickste Sorte	3,00

Wollstoffe der Oberkleidung.

Dicke in mm.

Leichter Sommerstoff	1,12
Sommerkammgarn	1,00
Mittleres Tuch	1,20
Frühjahrs-Ueberzieher	2,20
Winterkammgarn	2,50
Winter-Ueberzieher	5,80

Die Stoffdicke schwankt demnach ausserordentlich; ein feiner Shirting und ein Paletotstoff sind um das 35fache in ihrer Dicke unterschieden. Bedingt wird der Unterschied theils durch technische behufs der Herstellung nothwendige Ueberlegungen und das Bestreben, Stoffe von gewisser Festigkeit zu erreichen, theils durch die mit Rücksicht auf den Gebrauch zu stellenden Anforderungen an der Wärmehaltung.

Tabelle 2.

Bezeichnung	Dicke in mm	Bezeichnung	Dicke in mm	Bezeichnung	Dicke in mm
Leichter Hemdenstoff . . .	0,17	Leichtester Sommerstoff . . .	1,12	Leichteste Stoffe zu Sommerüberrock	1,0
Trikotstoff leicht .	0,56	Mittlerer Stoff .	1,2	Ueberrockstoffe mittlerer Stärke	2,2
Trikotstoff für Winter . .	1,12	Schwerer Winterstoff . .	2,5	Schwerster Winterstoff	5,8

Trotz der Mannigfaltigkeit der Resultate, lässt sich, wenn man die Stoffe gruppenweise zusammenfasst und auf ihre Verwendung während der verschiedenen Jahreszeiten Rücksicht nimmt, eine gewisse Regelmässigkeit in der bei unseren klimatischen Verhältnissen getroffenen Auswahl nicht verkennen.

Zu den mit dem Körper in Berührung tretenden Stoffen, werden im allgemeinen dünne Stoffe benützt, nach aussenhin folgen die Stoffe mit zunehmender Dicke, so dass die Verhältnisszahlen werden, die Unterkleidung = 1 gesetzt:

Sommer	1 : 6 : 6
Frühjahr-Herbst	1 : 2 : 4
Winter	1 : 2 : 5

Die Dicke der bekleidenden Stoffe zusammen genommen, beträgt (ohne Rücksicht auf die Anordnung und etwaige Fütterung der Stoffe) für die Jahreszeiten und für den Rumpf gedacht:

Sommerkleidung (ohne Ueberzieher)	1,29	mm
„ (mit Ueberzieher)	2,29	„
Frühjahr-Herbst	3,96	„
Winter	9,42	„

Demnach im Frühjahr das Doppelte wie im Sommer und im Winter über das Vierfache.

In der natürlichen Lage kommt dann noch hinzu, dass zwischen den Stoffen durch Faltenbildung eine oder mehrere Luftschichten sich ausbilden, welchen gleichfalls ein wesentlicher Einfluss auf das Wärmedurchtrittsvermögen zukommt, und dass Fütterung von Weste und Rock und Ueberrock üblich geworden ist.

Die Zahlen zeigen die erheblichen Unterschiede zwischen den einzelnen Jahreszeiten.

Die glattgewebten Stoffe sind ausnahmlos dünne Stoffe, die nach Flanellart gewebten dicke, Trikotwaaren nehmen zumeist eine mittlere Stellung ein.

Die Stoffe besitzen keine unveränderliche Dicke, sondern eine wechselnde.

Einer der häufigst einwirkenden Momente ist die Belastung eines Stoffes; ihre Elasticität ist eine sehr ungleiche. Die Nachgiebigkeit und Elasticität des Stoffes kann als eine das Behagen erhöhende Eigenschaft angesehen werden. In der Fussbekleidung hat die Elasticität noch eine wichtige Rolle: die Minderung der Körpererschütterung bei dem Aufsetzen des Fusses. Diese Schonung erhöht die Ausdauer im Marschiren.

Die Nachgiebigkeit der Stoffe unter dem darauf lastenden Druck habe ich, wie früher angegeben, für drei Fälle eruirt; wodurch man zunächst einen Ueberblick über die in Frage kommenden Grössen erhält.

In folgender Tabelle sind die Mittelwerthe für die verschiedenen Belastungen I, II, III angegeben und in dem letzten Stab die Abnahme, wenn man den Werth bei geringster Belastung gleich 100 setzt.

Tabelle 3

Bezeichnung	I	II	III	Bei Belastung nimmt die Dicke von 100 ab bis zu x:
Feine Baumwolle	0,17	0,17	0,17	100
Etwas stärkere Sorte	0,31	0,31	0,31	100
Grobes Leinen	(0,75)	0,40	0,40	100
Seidetrikot	0,60	0,42	0,32	53
»	0,56	0,52	0,52	92
»	0,62	0,52	0,53	85
Baumwolltrikot	1,01	0,75	0,63	63
Wolltrikot	1,12	0,82	0,63	57
Seide-Baumwolle	1,15	0,84	0,82	71
Wolle-Seide	1,12	0,73	0,64	57
»	1,13	0,78	0,70	61
»	1,14	0,81	0,71	62
»	1,17	0,83	0,75	64
Leinentrikot	1,10	—	0,93	84
»	1,10	—	0,93	84
»	0,75	—	0,62	83

Bezeichnung	I	II	III	Bei Belastung nimmt die Dicke von 100 ab bis zu x:
Leinentricot	1,00	—	0,75	75
»	1,50	—	1,12	78
»	1,25	—	1,00	80
»	1,12	—	0,75	67
Baumwoll-Flanell	1,19	0,60	0,60	50
Leichter Woll-Flanell . . .	1,70	1,20	1,00	59
Dickste Sorte	2,00	1,75	1,37	46
Leichter Sommerstoff . . .	1,12	0,70	0,60	53
Sommerkammgarn	1,00	0,90	0,70	70
Mittleres Tuch	1,20	1,10	1,00	83
Frühjahrsüberzieher . . .	2,20	2,00	1,70	77
Winterkammgarn	2,50	2,25	2,00	80
Winterüberzieher	5,80	4,80	4,00	69

Die Unterschiede sind, wie man sieht, sehr erheblich, Leinen und Baumwolle glattgewebt, sind nicht comprimirbar gewesen; bei groben Leinen legte sich der Stoff, da er sehr starr war, bei geringer Belastung nicht aufeinander, wesswegen der Werth I ausser Betracht bleiben muss.

Elastisch sind zum Theil in hohem Grade die Trikotstoffe, noch elastischer die Flannellarten.

Die Kleidungsstoffe nähern sich am meisten dem Trikotgewebe.

Die Comprimirbarkeit ist in erster Linie von der Webweise des Gewebes beeinflusst.

Die Baumwolle zeigt z. B. bei Belastung:

glattgewebt	eine Dickenabnahme von	0
als Trikot	,, ,, ,,	37 %
als Flanell	,, ,, ,,	50 %

Die Wolle zeigt uns Folgendes:

Sommerkammgarn	Dickenabnahme	30 %
Trikotwolle	,,	43 %
Wollflanell	,,	54 %

Es ist daher schwer zu sagen, welcher Grundstoff der elastischeste sein wird, wenn wir nur obige Belastungsversuche hier anführen wollten.

Die Elasticität des Gewebes, z. B. des Trikots, kann bei gleichem Grundstoff eine durchaus verschiedene sein. Ich besass drei Seidentrikots, derselben Seide, derselben Trikotdicke, aber doch von ungleicher Weichheit.

Der festeste Stoff gab bei Belastung nur 8 % nach,
der mittlere „ „ „ „ „ 15 % „
der lockerste „ „ „ „ „ 47 % „

Stellt man sich die Trikotstoffe nach ihrer Elasticität zusammen, so zeigt sich, wenn wir unter den aus Leinen hergestellten Proben nur jene auswählen, welche die übliche charakteristische Trikotwebweise aufwiesen, Folgendes:

	Abnahme bei Compression von 100 auf:
Trikotwolle	57 = — 43 %
Trikotwolleseide	61 = — 39 %
Trikotbaumwolle	63 = — 36 %
Trikotseide	76 = — 24 %
Trikotleinen	83 = — 17 %.

Bei gleicher Verarbeitung also ein sehr erheblich ungleiches Resultat; die Härte des Trikotleinens macht sich beim Tragen unzweifelhaft recht fühlbar; im übrigen täuscht das Tastgefühl bei geringeren Unterschieden betreffs der Comprimirbarkeit oft erheblich.

Das Plätten, Appretiren, Stärken vermindert die Elasticität oder hebt sie ganz auf; die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit auf die Elasticität scheint keine erhebliche zu sein.

Das Tragen der Bekleidungsstoffe ändert die Eigenschaften; manche werden zunächst etwas lockerer und weicher, späterhin härter und unelastischer, zum Theil durch Aenderungen der Grundsubstanz (z. B. Seide) oder Abreiben feiner Härchen (z. B. bei Wolle).

Wenn man einen Stoff, welcher comprimirbar ist, unter Druck versetzt und letzteren nach einiger Zeit aufhebt, so kehrt der erstere nicht sofort zu seinem früheren Dickendurchmesser zurück.

In unseren Versuchen haben wir bei Stoffen bekannter Dicke die Last von 78,8 g pro Quadratcentimeter 2 Minuten einwirken

lassen, dann nochmals die Dicke des Stoffes bei minimalster Belastung genommen. Es zeigte sich jedesmal eine gewisse Differenz, indem der kurzdauernd comprimirte Stoff erst allmählich seine ursprüngliche Dicke nach der Entlastung erreichte. Folgendes sind die Zahlenergebnisse:

Tabelle 4.

Bezeichnung	Dicke vorher	Dicke nach vorheriger Belastung mit 78,8 g pro qcm	Differenz 100 : x
Seide 800	0,75	0,70	93,3
» 810 l.	0,87	0,85	97,7
» 810	0,99	0,92	92,8
Seide-Wolle 850 . .	1,40	1,27	90,8
» 860 . . .	1,55	1,45	93,5
» 860 . . .	1,52	1,37	90,1
» 870 . . .	1,55	1,52	97,9

Im Mittel fehlten — 6,3% des früheren Dickendurchmessers.

Bei dem Tragen der Kleidungsstoffe werden durch die Reibung derselben geringe durch Druck veranlasste Compressionszustände rasch wieder ausgeglichen.

Die Dicke der Kleidung.

Die Dicke der Kleidung zu kennen wäre für viele Betrachtungen von grosser Wichtigkeit. Die Schwierigkeiten liegen nicht sowohl in der Messung als vielmehr in der grossen Unregelmässigkeit, mit welcher die Stoffe anliegen, und in dem Wechsel der Dicke fast von Quadratcentimeter zu Quadratcentimeter der Körperoberfläche.

Um aber nur einmal überhaupt zu einem Ueberblick zu kommen, habe ich namentlich an mir bei Winterkleidung eine Reihe von Messungen gemacht, indem ich an den verschiedenartigsten Stellen eine Nadel, an welcher ein Kork leicht verschiebbar war, einstach, der Abstand des Korkes von der Nadelspitze wird nach Millimetern sodann gemessen.

Eine solche Zahlenreihe habe ich bereits früher mitgetheilt[1]).

1) Hygiene. 3. Aufl. S. 59.

Am Rumpf fand ich:

Wollhemd (Trikot)	=	2,5 mm
Leinenhemd	=	0,5 „
Weste (gefüttert)	=	5,0 „
Rock (gefüttert)	=	7,0 „
Winterüberzieher	=	14,0 „
Summe	=	29,0 mm
ohne Winterüberzieher	=	15,0 mm.

Am Arm:

Wollhemd	=	2,5 mm
Hemd	=	0,5 „
Rock	=	2,0 „
Ueberzieher	=	6,0 „
Summe	=	11,0 mm
ohne Ueberzieher	=	5,0 mm.

Am Bein:

Wollhose	=	2,5 mm
Beinkleid	=	1,5 „
Summe	=	4,0 mm.

Nach mehreren Jahren habe ich solche Messungen wiederholt.

Die Bekleidung des Rumpfes an der Vorderseite
(Wollhemd, Leinenhemd, Weste, Rock) mass 22 mm
des Armes (Wollhemd, Leinenhemd, Rock) „ 8 mm
des Beines (Wollhose, Hose) „ 6 mm

Die Bekleidungsart von Bein, Arm und Rumpf verhält sich zu einander, wie in dem vorigen Versuch.

Da ich in dem letzten Falle zu gleicher Zeit die Stoffe gemessen hatte, aus welchen sich die Kleidung zusammensetzt, kann man annähernd daraus entnehmen, wie dicke Luftschichten zwischen den Kleidungsstoffen eingeschlossen sind. Er war die Dicke

	bei natürlicher Lagerung	Dicke der Stoffe mm	in %	Luftschicht in %
Rumpf	22	7,5	34,3	65,7
Arm	8	3,9	49,1	50,8
Bein	6	3,3	55,1	44,9

In ungefährer Zahl verdickt sich die Schicht der Kleidung durch das Anlegen der Kleidungsstücke auf das 2,45fache. Die Luft zwischen den Stoffen beträgt 53 % oder rund die Hälfte.

Die Verhältnisse wechseln natürlich äusserst rasch bei Bewegung, es legt sich dabei der Stoff fest an der Streckseite an und hebt sich entsprechend auf der Beugeseite ab. Es hätte daher auch kaum Werth, die angegebenen approximativen Messungen durch noch eingehendere zu ersetzen.

Das Flächengewicht.

Ein wesentlicher Punkt der Bekleidung ist ihr Gewicht; die menschliche Bekleidung unterscheidet sich zu ihrem Nachtheil von der thierischen durch den Umstand, dass bei ersterer weit mehr an Material verwendet werden muss, um einen gewissen Wärmeverlust zu verhindern, als bei Thieren[1]).

Zur Beurtheilung des „Gewichts" eines Kleidungsstückes können die Flächengewichte dienen, die ich in Nachfolgendem für die wesentlichsten Bekleidungsmaterialien angeben werde. Die Zahlen gelten für die Stoffe bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Tabelle 5.

Bezeichnung	Dicke in mm	1 qcm wiegt in g	Gewicht von 1 mm Dicke 1 qcm Fläche	1 ccm wiegt
Feine Baumwolle	0,17	0,0123	0,0768	0,768
Etwas stärker	0,31	0,0149	0,0480	0,480
Grobes Leinen	0,40	0,0266	0,0665	0,665
Seidentrikot	0,60	0,0150	0,0250	0,250
»	0,56	0,0094	0,0188	0,188
Baumwolltrikot	1,01	0,0217	0,0199	0,199
Wolltrikot	1,12	0,0201	0,0179	0,179
Seide-Baumwolle	1,15	0,0187	0,0163	0,163
Wolle-Seide	1,12	0,200	0,0178	0,178
»	1,13	0,203	0,0180	0,180
»	1,14	0,0197	0,0172	0,172
Leinentrikot	1,10	0,0361	0,0388	0,388
»	1,10	0,0384	0,0412	0,412
»	0,75	0,0230	0,0371	0,371

1) Lehrb. d. Hygiene. 4. Aufl. S. 64.

Bezeichnung	Dicke in mm	1 qcm wiegt in g	Gewicht von 1 mm Dicke 1 qcm Fläche	1 ccm wiegt
Leinentricot	1,00	0,0225	0,0300	0,300
»	1,50	0,0384	0,0342	0,342
»	1,25	0,0302	0,0302	0,302
»	1,12	0,0243	0,0324	0,324
Baumwollflanell	1,19	0,0177	0,0146	0,146
Leichter Wollflanell . .	1,70	0,0196	0,0115	0,115
Starker Wollflanell . . .	3,00	0,0286	0,0095	0,095
Sommerkammgarn . . .	1,00	0,0358	0,0358	0,358
Mittleres Tuch	1,20	0,0362	0,0302	0,302
Leichter Sommerstoff .	1,12	0,0266	0,0237	0,237
Winterkammgarn . . .	2,50	0,0595	0,0238	0,238
Frühjahrüberzieher . . .	2,20	0,0540	0,0243	0,243
Winterüberzieher . . .	5,60	0,0819	0,0146	0,146

Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Zahlen zeigen dieselben ihre Verschiedenheit. Am leichtesten sind die glattgewebten Materialien und Flanell.

Von grösserem Gewicht sind durchschnittlich die Trikotstoffe.

Die glattgewebten Stoffe schwanken von 0,0131 bis 0,0266
die Flanelle „ „ 0,0177 „ 0,0286
die Trikots (Seide, Leinen) „ „ 0,0122 „ 0,0304

Erheblicher differiren die zur äusseren Bekleidung benützten Stoffe von 0,0266 g eines leichten Sommerstoffs bis 0,0819 g für den stärksten Winterstoff.

Im Allgemeinen differiren die Dicken der Stoffe weit erheblicher als die Gewichte; wo es sich um eine Vermehrung der wärmehaltenden Wirkung handelt, wird die Menge des Materials nicht sehr, erheblich aber die Dicke variirt.

Die Dicken der Sommer-, Herbst-, Winterbekleidung verhalten sich von 2,3 : 4 : 9,4.

Die mittleren Flächengewichte der zu der Bekleidung verwendeten Stoffe wie:

0,0249 : 0,0341 : 0,0538

Das Flächengewicht aller zur Sommerkleidung verwendeten Stoffe beträgt . . . . 0,0747 = 100
für Frühjahr und Herbst . . . . . 0,1089 = 145,8
für Winter . . . . 0,1560 = 208,7

Die Flächengewichte dienen uns noch zur Ableitung einer andern wichtigen und fundamentalen Eigenschaft unsrer Bekleidung, zur Bestimmung des specifischen Gewichts.

Das specifische Gewicht.

In allen Untersuchungen, welche sich auf die Wärmehaltung der Kleider, auf die Luftdurchgängigkeit, auf die Wasseraufnahme u. s. w. beziehen, tritt uns als ein wichtiger, vielleicht ausschlaggebendster Factor, der Luftgehalt derselben entgegen. Die gesunde Kleidung soll eine erhebliche Quantität von Luft in sich aufnehmen und durch sich hindurch passiren lassen.

Sonach werden vielerlei Beziehungen der Kleidungsstoffe von der Menge des in der Raumeinheit vorhandenen Grundstoffes, Seide, Wolle, Baumwolle, Leinen, abhängig sein.

Je mehr ein Raumtheil von letzteren enthält, umsoweniger kann Luft vorhanden sein und um so schwerer wird sie sich bewegen; je weniger Grundstoff in einem Raumtheile sich findet, umsomehr und um so beweglichere Luft muss vorhanden sein. Wir wollen uns die Aufgabe stellen, die in einem Cubikcentimeter vorhandene Gewichtsmenge zu ermitteln; würde man diesem Gewichte noch hinzufügen die Gewichtsmenge des Volums der in der Raumeinheit neben dem Kleidungstoff vorhandenen Luft, so liesse sich durch Vergleich mit dem Gewichte eines Cubikcentimeters Wasser das specifische Gewicht der Kleidungsstoffe erheben, und durch dasselbe ein kurzer Ausdruck wichtiger Eigenschaften gewinnen.

Nach den in den früheren Tabellen mitgetheilten Werthen kann man, da Flächengewicht und natürliche Dicke bekannt, mit Leichtigkeit berechnen, wie viel eine Stoffmasse von 1 ccm wiegt. Da diese Werthe fast überall zwischen 100 bis 700 mg schwanken und 1 ccm Luft bei 0° und 760 Druck überhaupt nur 1,293 mg wiegt, so kann man die Berechnung, wie viel die

in den Kleidungsstoffen vorhandene Luft wiegt, vollkommen vernachlässigen und darf das Gewicht des in 1 ccm Raum enthaltenen Kleidungsstoffes direct als sein spec. Gewicht nehmen.

Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, habe ich in nachstehender Tabelle (6) das spec. Gewicht der Stoffe zusammengestellt.

Tabelle 6.

Specifische Gewichte.

	Mittelwerthe:	
Glattgewebte Baumwolle und Leinen	0,638	
Trikots: aus Seide	0,219	0,214
„ „ Baumwolle	0,199	
„ „ Wolle	0,179	
„ „ Leinen	0,348	
Mischung: Seide, Baumwolle	0,163	
„ „ Wolle	0,176	
Flanelle: Wolle	0,101	
Baumwolle	0,146	
Sommerkammgarn	0,358	
Mittleres Tuch	0,302	
Leichter Sommerstoff	0,237	
Winterkammgarn	0,238	
Frühjahrsüberzieher	0,243	
Winterüberzieher	0,146	

Die Vergleichung der spec. Gewichte zum Zwecke der Schlussfolgerung setzt die späterhin noch näher zu erweisende Thatsache voraus, dass die spec. Gewichte der Grundstoffe nicht erheblich verschieden sind.

Das spez. Gewicht der glattgewebten Stoffe ist das Höchste, aber selbst der stärkst appretirte Stoff bleibt mit 0,768 noch erheblich hinter dem spec. Gewicht des Wassers zurück.

Erheblich kleiner ist das spec. Gewicht der Trikotgewebe, indem es zwischen 0,163 bis 0,412 schwankt; man erkennt aber sofort, dass sich die Trikots aus verschiedenem Material wesentlich unterscheiden. Die Trikotgewebe aus Leinen sind

offenbar die dichtesten und schwersten, keiner hatte weniger als 0,300 spec. Gew. Alle übrigen Grundstoffe liefern luftreichere und leichtere Gewebe, so Baumwolle, Seide und besonders Wolle, (0,179), am luftigsten war eine Mischung von Seide und Baumwolle mit 0,163 spec. Gewicht. Das lockerste Gefüge tritt uns im Flanell entgegen, besonders im Wollflanell, dessen spec. Gewicht bei einer guten Waare bis auf 0,095 sank.

Was unsere Oberkleidungsstoffe anlangt, so treten bei derselben nennenswerthe Unterschiede nicht entgegen. Verhältnissmässig dicht wäre der Sommerkammgarn zu nennen, alle andern Stoffe, (den Winterüberzieherstoff ausgenommen) nähern sich den Trikotstoffen; der dicke, schwere Ueberzieherstoff reiht sich mit 0,146 spec. Gewicht geradezu den Flanellen an.

Das spec. Gewicht gibt uns ein Mittel an die Hand, die einzelnen Bekleidungsstoffe scharf zu trennen und zu charakterisiren.

Das spec. Gewicht ist wesentlich abhängig von der Bearbeitung eines Materials, wie Folgendes zeigt:

Material Baumwolle.

Glattgewebt	0,768 spec. Gewicht,
als Trikot	0,199 „ „
„ Flanell	0,147 „ „

Material Leinen.

Glattgewebt	0,665 spec. Gewicht,
als Trikot	0,348 „ „

Material Wolle.

Glattgewebt als Kammgarn . . .	0,358 spec. Gew.
als Trikot	0,179 „ „
„ Flanell	0,095 „ „

Die Eigenart des Materials hat aber wohl auch seine Bedeutung; ein glattgewebter Wollstoff ist immer lockerer als Leinen und Baumwolle, die Trikotstoffe differiren ganz erheblich unter einander. Während Trikotwolle 0,179, Baumwolle 0,199, Seide 0,219 spec. Gewicht erreichen, haben die aus den besten Fabriken bezogenen Leinentrikots 0,371 bis 0,418 spec. Gewicht besessen.

Leinen setzt also seiner Verarbeitung offenbar wesentliche Schwierigkeiten entgegen, sonst würden Leinentrikots lockeren Gewebes wohl in den Handel kommen.

Das spec. Gewicht hängt wesentlich von der Lockerheit des Gewebes ab; man könnte daher vermuthen, es sei bei dünnen Stoffen, um eine gewisse Festigkeit zu erlangen, unbedingt eine grössere Dichtigkeit nöthig, als bei dickeren Stoffen. Dies trifft allgemein angewendet nicht zu.

Bei 0,5 Dicke lieferte ein Seidentrikot 0,188 spec. Gewicht
„ 0,31 „ „ feines Leinen 0,480 „ „

Je geringer die Menge fester Substanz in der Volumeinheit ist, um so geringer wird das specifische Gewicht; es ist daher nahe liegend zu fragen, ob letzteres und die Comprimirbarkeit in irgend einem näheren Zusammenhange stehen, denn auch letztere müssen wir uns in einer gewissen Abhängigkeit von der Menge der in der Volumeinheit zusammengedrängten Materie denken.

Folgende Tabelle führt die spec. Gewichte und die Comprimirbarkeit der Stoffe an:

Tabelle 7.

Name	Spec. Gewicht	Comp. Stoff nimmt um x % ab	Name	Spec. Gewicht	Comp. Stoff nimmt um x % ab
Wollflanell	0,105	47	Winterkammgarn	0,238	20
Winterpaletot	0,146	31	Leichter Sommerstoff	0,237	47
Baumwollflanell	0,146	50	Frühjahrsüberzieher	0,243	23
Seidebaumwolltrikot	0,163	29	Mittlerer Stoff	0,302	17
Woll Seidetrikot	0,176	40	Sommerkammgarn	0,350	30
Wolltrikot	0,179	43	Leinentrikot	0,348	17
Baumwolltrikot	0,199	37	Feine Baumwolle	0,480	0
Seidetrikot	0,219	28	Mittlere Baumwolle	0,768	0
			Leinen	0,665	0

Die Tabelle lässt erkennen, dass die Stoffe geringster Comprimirbarkeit und hohen spec. Gewichtes das eine Ende der Reihe bilden und jene grosser Comprimirbarkeit und kleinen spec. Gewichtes das andere; dazwischen aber liegen Fälle mit vielen

Incongruenzen. Wir haben die einzelnen Gruppen etwas abgegrenzt. Gleich in der ersten Reihe zeigt sich bei völlig gleichem spec. Gewichte beim Winterpaletotstoff und Baumwollflanell eine erhebliche Verschiedenheit der Comprimirbarkeit; die feinen abstehenden Baumwollfasern bieten der drückenden Last fast keinen Widerstand.

Unter den Trikotmaterialien scheint die Seide weniger nachgiebig, wie Baumwolle und Wolle; Leinen nimmt schon wegen des hohen spec. Gewichtes eine ungünstige Stelle ein, wie aber das Sommerkammgarn zeigt, lässt sich mit elastischem Material immerhin eine erhebliche Comprimirbarkeit erreichen.

Die Comprimirbarkeit hängt also nicht allein von der Menge des in der Volumeinheit enthaltenen Grundstoffes ab, sondern auch von der Natur dieses Stoffes und der specifischen Art der Anordnung. In groben Zügen führt aber die Betrachtung der glattgewebten, Trikot- und Flanellstoffe aus einer Grundsubstanz uns die Thatsache einer mit Lockerung des Gewebes eintretenden vermehrten Comprimirbarkeit vor Augen.

	Wolle		Baumwolle		Leinen	
	Spec. Gew.	Compr.	Spec. Gew.	Compr.	Spec. Gew.	Compr.
Glattgewebt .	0,350	30	0,768	0	0,665	0
Trikot . .	0,179	43	0,199	37	0,348	17
Flanell . .	0,105	47	0,146	50	—	—

Zur Unterkleidung verwendet

man glatte Gewebe von . . .	0,638	spec. Gew.	u.	0%	Compr.
oder Trikotgewebe . . .	0,214	„ „	„	32%	„
zu Anzügen: Wollstoff .	0,259	„ „	„	28%	„
zur Ueberkleidung: „ .	0,249	„ „	„	28%	„

Das specifische Gewicht der Kleidungsstoffe ist mehrfachen Schwankungen unterworfen; es schwankt mit der Compression des Stoffes. Da die glattgewebten Stoffe überhaupt nicht (unter der angewendeten Last) comprimirbar sind, so werden die comprimirbaren Trikot- und Flanellgewebe durch die Compression einander im spec. Gewichte näher gerückt.

Man erhält mit Beiseitelassung von Nebensächlichem folgende Werthe:

	Spec. Gewicht im comprim. Zustand
Wollflanell	0,196
"	0,209
Trikotseide	0,290
Trikotwolle	0,319
Trikotbaumwolle	0,344
Trikotleinen	0,393[1]
Winterüberzieher	0,205
Sommerkammgarn	0,511
Glattgewebte Stoffe	0,638.

Die Flanelle bleiben also auch comprimirt nach Stoff von niedrigem spec. Gewicht und reich an Luft; kein Trikotstoff oder Wollstoff verliert seine Luft soweit, dass er etwa den glattgewebten Stoffen anzureihen wäre. Eine gewisse Elasticität und eine gewisse Grösse des Widerstandes müssen wir als eine zweckmässige Eigenschaft insofern bezeichnen als dadurch die Luftdurchgängigkeit auch bei Belastungen des Stoffes sichergestellt wird.

Wenn man für die in den verschiedenen Jahreszeiten benützte Bekleidungsart, für welche wir oben sowohl Dickendurchmesser als auch Flächengewicht berechnet haben, die spec. Gewichte ableitet, so lehren diese:

	Mittleres spec. Gewicht
der Sommerkleidung	0,36
der Frühjahr- und Herbstkleidung	0,274
der Winterkleidung	0,175.

Die Sommerkleidung ist also die dichteste und die Winterkleidung unzweifelhaft die lockerste, wie sich auch aus den früher gegebenen Flächengewichten und Dickenwerthen ableiten lässt.

Das Porenvolum der menschlichen Kleidung.

Eine Reihe von Eigenschaften der Kleidungsstoffe sind nur verständlich, wenn man die Vertheilung von Luft und fester Substanz räumlich klar übersieht; man hat beim Boden und den Gesteinen

1) Stoff Nr. 1—3 s. S. 39.

die Gesammtgrösse der von Luft erfüllten Hohlräume gemessen und ihre Relation zu dem Cubikinhalt der gemessenen Bodenprobe bestimmt und dieses sog. Porenvolum in Prozent berechnet. Das gibt eine anschauliche Vorstellung von dem Object, welches man in Händen hat.

Noch weit wichtiger als für den Boden sind solche Betrachtungen über unsere Kleidungsstoffe; ich werde zeigen, wie einfach man auch bei diesen die Feststellung des Porenvolums ausführen kann.

Wir kennen das spec. Gewicht der Kleidungsstoffe, d. h. die in einem Raumtheil eingeschlossene Gewichtsmenge fester Stoffe; würden die letzteren gleich sein in ihrem spec. Gewichte mit Wasser, dann gäbe das spec. Gewicht der Kleidung uns sofort die Vertheilung von Luft und festem Stoff an, denn erstere würde = 1 — spec. Gew. Leinen, Wolle u. s. w. haben aber nicht das spec. Gew. = 1; daher müssen wir das von den festen Stoffen eingenommene Volumen erst berechnen, indem wir das Gewicht des in 1 ccm enthaltenen Stoffes durch das spec. Gewicht des Kleidungsstoffes (luftfrei) dividiren.

Welche specifischen Gewichte der Grundstoffe hat man anzunehmen?

Einige Angaben hierüber findet man in der Literatur zerstreut.

Kopp[1]) hat mittels eines Volumenometers für Baumwolle 1,27, für Schafwolle 1,29, für Cocons 1,56 gefunden.

Grassi[2]) nimmt für Baumwolle 1,949, für Schafwolle 1,614 an; Schuhmeister[3]) für Baumwolle 1,707, Schafwolle 1,525, Seide 1,497.

Violette[4]) hat das spec. Gewicht der Holzfaser zu bestimmen gesucht, indem er das Holz zu einem feinen Pulver zerrieb und bei 100° trocknete. Sodann brachte er das Pulver während 40 Tagen in ein mit Wasser gefülltes Gläschen und wog dasselbe. Er fand das spec. Gewicht zwischen 1,51 bis 1,52 schwankend.

---

1) Annal. der Chem. u. Pharm. v. Liebig. XXXV.

2) Journ. d. Pharm. et de Chim. 1847.

3) Sitzungsberichte der Wiener Akad. LXXVI. II. Abth. S. 299.

4) Péclet, Traité de la chaleur. T. I. p. 20. III. ed.

Bei den schwankenden Zahlen und da das spec. Gewicht vielleicht je nach der Beimengung fremder Substanzen und der Bearbeitung des Rohmaterials Schwankungen unterliegen könnte, habe ich eine Reihe von Experimenten durchgeführt.

Die spec. Gewichtsbestimmung der für die Untersuchung verwendeten Substanzen für die luftfreien Stoffe wurde besonders durchgeführt.

In einen mit Quecksilber sorgfältig geaichten Messcylinder wurde Wasser gegossen, der Stand desselben mit dem Kathetometer abgelesen, sodann ein gewogenes Stoffstück (lufttrocken) mittels Glasstab untergetaucht. Am besten rollt man die Zeugstücke und schiebt sie so langsam in den Cylinder, dass das capillar-gehobene Wasser alle Luftblasen austreibt. Schliesslich, wie bemerkt, wird das Zeugstück mit dem Glasstab ganz eingesenkt, und wieder der Flüssigkeitsstand abgemessen. Die Versuche wurden acht bis zehnmal wiederholt, und so ein Mittelwerth von genügender Genauigkeit erhalten.

Tabelle 8.

Substanz	Rubner	Kopp	Grassi	Schuhmacher
Feine Baumwolle (ohne Appretur)	1,363	1,27	1,95	1,71
Seide (Trikot) . . .	1,326	1,56	—	1,50
Baumwolle (Trikot . .	1,328	—	—	—
Wolle (Flanell) . . .	1,296	1,29	1,61	1,52
Horn	1,232	—	—	—
Glas	2,602	—	—	—

Ich füge den Zahlen noch die nach derselben Methode und mit denselben Apparaten ausgeführten Messungen des spec. Gewichts von Horn und Glas bei und die andern beobachteten erhaltenen Grössen, wobei ich bemerke, dass meine Bestimmungen für die Kleidungsstoffe bei 20° und einer relativen Feuchtigkeit von 50 bis 60% giltig sind. Würde man die Stoffe getrocknet haben, so würden sich höhere Werthe ergeben müssen.

Wolle nimmt bis 24%, Seide bis 18%, Baumwolle bis 14,5% Wassser auf.

In der Kleidung sind aber die Stoffe nicht trocken, sondern mit hygroskopischem Wasser beladen, vorhanden.

Sonach ergibt sich als Mittel für Baumwolle 1,345, für Seide 1,326, für Wolle 1,296.

Da bei Leinen kein Unterschied zu erwarten war, unterblieb die Untersuchung.

Meine Werthe auf Trockensubstanz berechnet weichen nur wenig von den Zahlen Schuhmacher's ab, und die Zahlen unter sich so wenig, dass man berechtigt ist, von einem gemeinsamen spec. Gewicht der Bekleidungsgrundstoffe zu reden. Ich nehme als Standardzahl 1,3 an, da es keinen praktischen Werth hätte, kleine Differenzen und Abweichungen von dieser Grösse in Betracht zu ziehen.

Nunmehr steht also kein Hinderniss der Feststellung des Porenvolums der Kleidungsstoffe entgegen. In der folgenden Generaltabelle sind die hauptsächlichsten Zahlen aufgeführt und zwar berechnet für normale, wie auch für comprimirte Stoffe.

Tabelle 9.

Bezeichnung	Spec. Gewicht		Volum der festen Substanz		Porenvolum in ‰.	
	normal	compr.	normal	compr.	normal	compr.
Wollflanell	0,101	0,202	0,077	0,155	923	845
Baumwollflanell	0,146	0,295	0,112	0,227	888	773
Trikot (Seide)	0,219	0,290	0,168	0,223	832	777
» (Wolle)	0,179	0,319	0,137	0,245	863	755
» (Baumwolle	0,199	0,344	0,153	0,264	847	736
» (Leinen)	0,348	0,393	0,267	0,302	733	698
Glatt gewebte Baumwolle	0,624	0,624	0,480	0,480	520	520
Glatt gewebtes Leinen	0,665	0,665	0,511	0,511	489	489
Leichter Sommerstoff	0,237	0,443	0,182	0,340	818	660
Sommerkammgarn	0,358	0,511	0,275	0,393	725	606
Mittlerer Stoff	0,302	0,362	0,232	0,278	768	722
Frühjahrsüberzieher	0,243	0,317	0,187	0,243	813	757
Winterkammgarn	0,238	0,287	0,183	0,220	817	780
Winterpaletot	0,146	0,205	0,112	0,157	888	843

Stab 5 und 6 zeigen uns, welch ungeheure Mengen Luft in den Porenräumen unserer Kleidung eingeschlossen sind; ein weicher

Flanell (Wolle) hat in 1000 Thl. nicht weniger als 923 Thl. Luft und selbst erheblich comprimirt, noch immer 845 Thl. Luft.

Weniger lufthaltig sind die Trikots, aber immer noch erheblichen Grades; Seide, Wolle, Baumwolle erweisen sich wenig verschieden von einander. Leinen nimmt eine ungünstige Stellung ein.

Auch die uncomprimirbaren glatten Unterkleidungsstoffe sind nicht luftfrei, sie führen noch nahezu die Hälfte ihres Gesammtvolumens Luft.

Die zur Oberkleidung benutzten Wolltuchsorten stehen den Trikotstoffen im Luftgehalt am nächsten; der warmhaltende Winterpaletot umkleidet uns vorwiegend mit Luft, von der er fast 89 % einschliesst.

Die normalen Stoffe schwanken am Luftgehalt von

489 ‰ bis 923 ‰,

die comprimirten von 489 ‰ bis 845 ‰.

Der Luftgehalt der Kleidung erhöht nicht nur die Leichtigkeit desselben, sondern steht auch offenbar mit der Beweglichkeit der Luft in einigem Zusammenhang.

Ich habe verschiedene Stoffe — aber gleicher Dicke — auf ihr Vermögen Luft durchtreten zu lassen untersucht und gefunden.

	Durchgegangene Luftmengen in l	Porenvolum
Flanell (Wolle)	1,138	923
Trikot (Wolle)	1,027	863
Glattgewebte Baumwolle	0,207	520.

Es scheint demnach eine Congruenz zwischen Porenvolum und Luftbeweglichkeit zu bestehen; unbedingt nothwendig ist eine solche Beziehung aber nicht. Die Weite der Poren (und damit der Reibungswiderstand der Luft) könnte ja unter Umständen bei gleichem Porenvolum verschieden sein.

Die Grösse der Hohlräume in unserer Kleidung ist eine sehr beträchtliche. Das spec. Gewicht der Kleidung beträgt im Mittel 0,27. Das Gewicht etwa 3,5 kg, sonach das Volum $= \frac{3,5}{0,27}$ l, zum Mindesten 13 l. Bei rund 80 % Luftgehalt also = 10,4 l Luft

Bei normaler lockern Lagerung der Kleidungsstücke darf man aber das Doppelte und Dreifache der angegebenen Luftmenge als Kleiderluft rechnen.

Die Kleiderluft.

Die Kleiderluft, welche in den Poren der Kleidungsstoffe eingeschlossen bleibt, stellt ein grosses Reservoir dar, in welches die von der Haut abgegebenen, bezw. eventuell austretenden Stoffe zuerst hereingelangen.

Diese Luft in den Porenräumen ist beweglich, aber doch vielleicht nicht in so hohem Grade, als man vielfach anzunehmen scheint; daher habe ich geprüft, ob die Kleiderluft in ihrer chemischen Zusammensetzung gleich ist mit der Luft der freien Atmosphäre, oder verschieden.

Ich habe bei zwei Personen, einen Gummischlauch zwischen Kleidung und Haut, oder die einzelnen Kleidungsschichten geschoben und den CO_2-Gehalt, der mittelst eines Pettenkoferschen Respirationsapparates langsam abgezogenen Luft bestimmt, während zu gleicher Zeit eine CO_2-Untersuchung der Luft der Stube ausgeführt wurde. Bei diesen Experimenten haben sich eine Reihe neuer Thatsachen auffinden lassen.

Person I.

Am 28. II. 91 hatte die Luft des Laboratoriums 0,52 g CO_2 im Liter [nicht reducirt auf 0 und 760 °] [1]).

Die aus den Kleidern abgezogene Luft:

1,45 g CO_2
1,19 „ „
0,63 „ „

Am 28. II. 91 nachmittags hatte die Zimmerluft 0,48 g CO_2 ‰ und die Kleiderluft in drei Versuchen:

1,7 g CO_2
0,61 „ „
0,78 „ „

1) Die Proben der freien Luft und Kleiderluft werden absolut zur selben Zeit herausgepumpt.

Es lässt sich also darthun, dass in den Kleidern eine von der freien atmosphärischen Luft in ihrer Zusammensetzung abweichendes Gasgemenge sich befindet; der CO_2-Gehalt erscheint wechselnd; doch ist ein Grund hiefür leicht anzugeben.

Die abnehmenden Zahlen erklären sich durch die ungleichen Luftmengen, welche durch die Quecksilberpumpen aus den Kleidern herausgezogen wurden. In demselben Maasse strömt frische Luft in die Kleidung und verdünnt die Kleiderluft. Der wahre Gehalt der Kleiderluft an CO_2 wird also vermuthlich noch grösser sein als meine Maximalwerthe.

Unzweifelhaft ist durch die Experimente die Existenz einer besonderen Kleideratmosphäre erwiesen.

Rührt die CO_2 von der Hautathmung her, oder von Zersetzungsprocessen in der Kleidung?

2. III. 91. Die Zimmerluft enthielt 0,48 g CO_2 ‰. Es war von der Person I der Mantel abgelegt, der Kautschukschlauch in die Mitte des Kleiderballens gelegt. CO_2-Gehalt der abströmenden Luft 0,746 — 0,555; nach 10 Minuten war also der erhöhte CO_2-Gehalt sehr nahe an den CO_2-Werth des Zimmers herabgesunken, ein Beweis, dass die Kleiderluft CO_2 von der Hautathmung herrührt.

3. III. 91. Die Luft enthält 0,54 ‰ CO_2. Der Mantel rasch nach dem Ausziehen auf CO_2 geprüft = 0,79 ‰.

In den Mantel wird kurze Zeit reine CO_2 geleitet, dann wie sonst der CO_2-Gehalt der eingeschlossenen Luft bestimmt = 1,38 ‰.

Nach 10 Minuten Warten fällt der CO_2-Gehalt der Mantelluft auf 0,54 ‰.

Person II.

An einer andern Versuchsperson erhielten wir ganz ähnliche Werthe, wie die vorstehend mitgetheilten.

3. III. 91.	Zimmerluft	0,619 ‰	CO_2
	Kleiderluft, bei Ruhe	0,636 „	„
	(an drei aufeinander-	0,810 „	„
	folgenden Versuchen)	0,820 „	„

4. III. 91.	Zimmerluft	0,79 ‰	CO_2
	Kleiderluft	1,30	„	„
		1,05	„	„
		1,40	„	„

Da die Hautathmung bei Arbeitsleistung grösser wird, so hat die Versuchsperson in folgendem während der Versuchszeit anstrengend gearbeitet:

5. III. 91.	Zimmerluft	0,55 ‰	CO_2
	Kleiderluft	1,90	„	„
		1,16	„	„
		1,20	„	„

Es scheint demnach dieser Einfluss der Arbeit in der Kleiderluftzahl sich auszudrücken.

5. III. 91. Nachmittags den Versuch wiederholt.

Zimmerluft	0,64 ‰	CO_2
Kleiderluft	1,13	„	„
	0,98	„	„
	1,18	„	„

Nimmt man das Gesammtmittel der Ruhe und Arbeitsversuche, so findet man:

	Mittl Ventilation der Kleidung in 10 Min.	Kohlensäureüberschuss der Kleidungsluft.
Ruhe	2,66 l	+ 0,28
Arbeit	2,25 l	+ 0,67.

Ich kann mich auf diese Mittheilung beschränken und behalte das weitere Studium dieser Fragen mir vor.

Wasser in den Kleidungsstoffen.

Wie die Beziehungen der Luft zur Kleidung, so lassen auf Grund der neugewonnenen Anschauung über den Aufbau der Stoffe sich auch die Beziehungen des (zwischengelagerten Wassers) leichter verständlich darstellen.

Bisher hat man als zwischengelagertes Wasser der Kleidung nur jene Menge bezeichnet und näher studirt, welche nach dem Auswinden oder Freiaufhängen nasser Stoffe in diesen zurückbleibt.

Zwischengelagertes Wasser findet sich aber doch auch in den Stoffen, wenn dieselben dauernd unter Wasser gehalten

werden; auch diese Grösse ist der Beachtung werth. Ein mit der Kleidung in's Wasser Gerathener hat diese Menge zwischengelagerten Wassers im Schwimmen weiter zu transportiren. Da wir nun die Grösse der Lufträume genau kennen, welche sich mit Wasser zu füllen in der Lage sind, so lässt sich die maximalste Wassercapacität, wie man diese Grösse nennen könnte, leicht berechnen. Für die Stoffe lockerer Lagerung ergeben sich folgende ohne weiteren Commentar verständlichen Zahlen:

Tabelle 10.

Bezeichnung	1000 Volumtheile wiegen	1000 Volumtheile wiegen nach der Durchnässung	Auf 1 Theil fester Substanz trifft das x fache an Wasser d. benetzten Stoffes[1])
	g	g	
Wollflanell	101	1024	11,3
Baumwollflanell . . .	147	1034	7,0
Trikot, Seide	219	1051	4,8
» Wolle	179	1042	5,8
» Baumwolle . .	199	1046	5,2
» Leinen . .	348	1081	3,1
Glatte Baumwolle . .	624	1144	1,8
Glattes Leinen . . .	665	1154	1,7

Die Wassermengen sind ganz ungeheure, besonders überwiegend sind jene der nach Flanellart hergestellten Stoffe, geringer jene der Trikotstoffe, am kleinsten bei den glatt gewebten Stoffen. Sie werden nur aufgenommen, solange die Stoffe vollkommen unter Wasser getaucht sind. Entnimmt man sie demselben, so wird sofort ein erheblicher Theil des Wassers austreten, dessen Grösse von mancherlei Umständen, welche hier nicht weiter erörtert werden sollen, abhängig ist.

Werden die Stoffe comprimirt, so fällt selbstverständlich die aufnehmbare Wassermenge; doch recht ungleich, da ja die Comprimirbarkeit ebenfalls different sich verhält. Man wird nach dem bisher Mitgetheilten auf specielle Zahlen verzichten können.

1) Also aufgenommene Wassermenge = 11,3 — 1; 7,0 — 1,0; 55.

Da das Volum durch Compression der Stoffe erheblich zurückgeht, so nimmt bei Flanell und Trikottstoffen, welche im comprimirten Zustande benetzt werden, das Verhältnis von fester Substanz zu Wasser erheblich (auf das Zwei- bis Drei- und Fünffache) ab.

Wenn man vollbenetzte Stoffe ausdrückt oder durch Aufhängen von überschüssigem Wasser befreit, so bleibt jene Menge von Wasser zurück, die man bisher als zwischengelagertes Wasser bezeichnet hat und was ich als minimalste Wassercapacität bezeichnen möchte.

Wenn im täglichen Leben durch Regen u. dgl. eine Durchnässung eintritt, so wird sie ungefähr dieser Grösse entsprechen. Diese kleinste Wassercapacität wird offenbar durch die gleichen Wirkungen erreicht, welche sich auch bei der sog. wasserhaltenden Kraft des Bodens äussern, d. h. Capillar-Einflüsse, Oberflächenwirkung, Quellung.

Da wir das Gesammtvolum der in einem Gewebe vorhandenen Poren kennen, und die kleinste Wassercapacität uns offenbar anzeigt, welch' eine Menge von Poren nach Durchnetzung sich schliessen, so ergibt sich für uns die interessante Aufgabe, festzustellen, inwieweit das capillare Wasser bei den einzelnen Stoffarten die Poren gleichmässig oder ungleichmässig schliesst. Sind die benetzten Stoffe gleichmässig oder ungleichmässig für Luft durchgängig?

Zunächst wird es wichtig sein, von den in Frage kommenden Stoffproben zu erfahren, wie viel sie Wasser aufzunehmen vermögen.

Die minimalste Wassercapacität ist den grössten Schwankungen unterworfen, je nachdem man stärker oder schwächer auspresst

Z. B.	Reinseidetrikot	1520—2095
	Flanell	1392—1990
	Seidebaumwolle	1477—1577
	Wolltrikot	1278—1547
	Baumwolltrikot	1143—1203.

Presst man aber in allen Fällen so kräftig man kann, so bleibt eine sehr constante Wassermenge zurück; die Zahlen zweier

verschiedener Beobachter pflegen dagegen meist nicht unwesentlich von einander abzuweichen. Ich habe das Auspressen mit der Hand dem Ablaufenlassen des überschüssigen Wassers vorgezogen; da der Effect des letzteren sehr von der Grösse der Stücke und der Art des Aufhängens abhängt.

Die minimalste Wassercapicität ist zum Theil von der Benetzbarkeit der Fasern eines Stoffes abhängig.

Baumwollentrikot nimmt 1203—1143 Theile Wasser auf; wurde dieser Stoff mit 9,7 % Lanolin versehen, so vermag er nur mehr 524 Theile Wasser zurückzuhalten.

Er wird dadurch geschmeidig, legt sich aber benetzt noch immer zu dicht auf die Haut auf.

Ferner Wollflanell, der mit Aether entfettet 1800 Theile Wasser aufnahm, enthielt normal 1392 Theile Wasser, und mit 7,6 % Lanolin versehen 1330 Theile Wasser. Fetthaltig benetzt er sich noch schwer wie normal, er ist aber dabei äusserst weich und geschmeidig.

Die Haftbarkeit des Wassers ist bei 9,7 % Lanolin bei Baumwolle um 57 % gesunken (100 : 33), bei 7,6 % Lanolin bei Wolle um 32 % (100 : 68).

Man wird also nicht immer die bestehenden Differenzen auf die Eigenschaften des Grundmaterials zurückführen dürfen.

Tabelle 11.

Bezeichnung	a. 1 g Stoff nimmt an maximalen Wasser auf	b. 1 g Stoff nimmt an minimalsten Wasser auf	Verhältnis von a : b in %. (Porenfüllung)	Mittel
Wollflanell	10,3	1,343	13,0	13,0
Baumwollflanell . . .	6,0	1,118	18,6	—
Trikot, Seide	3,8	1,514	39,8	37,8
» Wolle	4,8	1,278	26,6	
» Baumwolle . .	4,2	1,143	27,2	
» Leinen . . .	2,1	1,191	56,7	
Glatte Baumwolle . .	0,8	0,810	100,0	100,0

Nach diesen Darlegungen wollen wir kurz die Ergebnisse der Berechnung und des Versuchs an den typischen Stoffen vergleichen

Am günstigsten erscheint das Flanellgewebe; während man, indem man bisher das nach der Benetzung vorhandene Wasser immer auf die Gewichtsmengen der Stoffe bezog, nicht wie wir auf die Volume, schienen Flanell und Wollstoff bezüglich der Wasseraufnahme insofern eine ungünstige Stellung einzunehmen, als sie am reichlichsten sich mit Wasser zu beladen schienen, weit mehr als Schirting und glattes Leinen. Wie wir jetzt erkennen, ist die Sachlage eine völlig andere.

Nur 13% der Poren sind bei voller Benetzung mit Wasser gefüllt und 87% bleiben für die Luftzirkulation frei; im benetzten Wollflanell kann die letztere keine wesentlich andere sein, als in einem trockenen Stück. Hierin liegt die Behaglichkeit, welche dem Schwitzenden das Tragen eines solchen Kleidungsstückes verschafft. Ieder Theil des Stoffs ist für die herantretende, den Wasserdampf entführende Luft frei und verfügbar.

Selbst für den Fall der Compression bleiben im Flanell immer noch volle ⅔ des Porenvolums für die Zirkulation der Luft verfügbar. Aehnliche Zahlen liefert der Baumwollflanell.

Die Poren der glattgewebten Stoffe schliessen sich nach der Benetzung völlig! Kein Weg führt die Luft noch weiter an die Haut heran, und erst die Verdunstung des Wassers im glattgewebten Leinen oder Baumwollstoff kann die Poren öffnen.

Unter dem glattgewebten benetzten Stoff muss eine Schicht wasserdampfgesättigter Luft liegen; das Eindringen neuer Luft ist so gehemmt, dass die benetzten Stoffe glatt der Haut aufzuliegen pflegen.

Recht nahe den Flanellstoffen reihen sich die Trikotgewebe in ihrem Verhalten zu dem Wasser an; doch sind gewisse Verschiedenheiten unter denselben, bedingt durch die Verschiedenheit der Grundsubstanz oder Webeart, wohl zu bemerken.

Wolle und Baumwolle schliessen benetzt etwa über ¼ ihrer Poren, erheblich mehr Wasser nimmt Seidentrikot auf, am wenigsten günstig gestaltet sich die Sache beim Leinentrikot, bei welchem nach Durchnässung 57% des Porenvolums mit Wasser sich füllen.

Die Differenzen allein der Grundsubstanz zuzuschreiben, ist nicht angängig; zunächst lässt sich zeigen, dass bei den Trikot-

geweben dieser Grad des Abschlusses der Poren ebenso zunimmt, wie das spec. Gewicht grösser wird.

Tricotgewebe.

	Spec. Gewicht.	Porenvolum für 1000.	Durch Benetzung schliessen sich
Wolle	0,179	863	26,0% der Poren
Baumwolle	0,199	847	27,2 „ „ „
Seide	0,219	832	39,8 „ „ „
Leinen	0,348	733	56,7 „ „ „

Es muss daher Aufgabe der Techniker sein, die Darstellungsweise von Seide oder Leinentrikots soweit zu verbessern, dass die spec. Gewichte der Stoffe sich der Wolle mehr nähern. Wie dies zu erreichen sein dürfte, ist hier nicht weiter zu verfolgen. Nehmen wir eine kräftige Compression der Trikotstoffe an, so führen sie auch dann im Mittel noch über 50% für die Luftzirculation offener Poren.

Da wir wissen, wie viel Procent der Poren mit Wasser sich füllen und wie gross das gesammte Porenvolum ist, so kann man auch angeben, ob Flanelle, Trikottstoffe oder glattgewebte Stoffe in Hinsicht auf ihre Volumen reich oder weniger reich an Wasser sind. Eine solche Beobachtung ergibt folgendes:

	Vorhandenes Porenvolum trocken	Vorhandenes Porenvolum nach Benetzung
Woll-Flanell	923	803
Baumwoll-Flanell	888	723
Trikot-Seide	832	501
„ Wolle	833	612
„ Baumwolle	847	617
„ Leinen	733	318
glatte Baumwolle	520	0

Adhäsion nasser Stoffe.

Durch die Durchtränkung mit Wasser erhalten manche Bekleidungsstoffe die Eigenschaft des Anklebens an der Haut. Sie stellen dann häufig eine Behinderung für Muskelbewegungen dar. An klebenden Stellen hat man das Gefühl störender Kälte. Die

zwischen der Haut und Kleidungsstoff lagernde Schicht Luft wird verdrängt.

Es ist nicht schwer darzulegen, dass die verschiedenen Stoffe in dieser Hinsicht sich recht ungleich verhalten; die glattgewebten Leinen- und Baumwollstoffe und Seide legen sich dicht an, weniger die Trikotbaumwolle und am wenigsten die trikot- und flanellgewebten Wollstoffe. Ich habe versucht, einen numerischen Ausdruck für das Festhalten nasser Stoffe zu erhalten, indem ich an einer Waage die eine Wagschale durch eine Glasplatte ersetzte und die mit Wasser benetzten Stoffe, gleichfalls auf einer Glasfläche aufgelegt, darunter schob. Sodann wurde die Glasplatte der Waage sachte aufgedrückt und solange Gewichte auf die freie Schale gelegt, bis innerhalb einer gleichen Zeit das Abreissen der Glasplatte von der Unterlage erreicht war.

Die Methode gibt nur gleiche Resultate, wenn man recht sorgfältig und gleichmässig verfährt und unnöthige Erschütterung beim Auswecheln der Gewichte vermeidet. Vor dem jedesmaligen Freigeben der Gewichte wird die Glasplatte leicht angedrückt.

Tabelle 12.

Bezeichnung	Viel Wasser g Zugkraft	Ausgepresst g Zugkraft.
Trikot, Wolle	76,0	1,2
Flanell	24,1	1,6
Trikot, Seide	300,0	3,5
» Baumwolle	400,0	4,3
Shirting	350,0	12,5
Dünnes Leinen	400,0	80,0
Shirting appret.	395,0	213,0
Wasser	400,0	—

Die Zahlen lassen die Vorzüge der Wollstoffe ganz unzweifelhaft erkennen. Auch in vollbenetztem Zustande lösten Wollflanell und Wolltrikot sich leicht von der Glasplatte ab. Seide und Baumwolltrikot klebt weit besser, glatte Shirting ungefähr wie Baumwolltrikot ähnlich appretirt. Bei Wasser war ein Widerstand von 400 g zu überwinden.

Den natürlichen Verhältnissen näher stehen die Versuche mit ausgepressten Stoffen (minimalste Capacität). Wollflanell haftet fast nicht, ebenso wenig Trikotwolle, erheblich mehr Seide und Baumwolltrikot, am meisten glattgewebter Shirting, Leinen, appretirte Stoffe.

Sehr dünner Leinenstoff reiht an den Shirting sich an; die Behandlung der Stoffe mit Appretur erhöht mit der Glätte auch ihr Haftvermögen so sehr, dass die Unterschiede zwischen maximalster und minimalster Benetzung erheblich ausgeglichen werden.

Von erheblichem Einfluss auf das Haften scheint die Oberflächenbeschaffenheit, wie die Quantität des in die Volumeneinheit eingeschlossenen Wassers und die Grösse der Poren zu sein.

Die Geschmeidigkeit wird durch die Benetzung am wenigsten bei Wolle, mehr bei Baumwolle, am meisten bei Seide verändert.

Ueber die Möglichkeit einer von Brunnenwasser ausgehenden Hühnercholera-Epizootie.

Von

Dr. **Arnulf Schönwerth.**

(Aus dem hygienischen Institut München.)

Mit Beginn des Jahres 1891 betraute mich Herr Geheimrath von Pettenkofer mit der Aufgabe, zu untersuchen, inwieweit es möglich sei, die einer bestimmten Bacterienart entsprechende Erkrankung bei Thieren hervorzurufen, unter der Bedingung, dass diese Thiere ausschliesslich mit dem Wasser eines Brunnens gefüttert würden, der mit der betr. Bacterienart ad maximum inficirt worden war.

Der Gedanke, dass Krankheiten und Seuchen durch den Genuss „verdorbenen" Trinkwassers entstehen können, ist nicht neu. Soviel ich weiss, spricht ihn der Grieche Thucydides, der uns die athenische Pest zur Zeit des peloponnesichen Krieges in klassischer Schilderung vor Augen führt, zum ersten Male aus. Nach ihm behaupteten die Athener, es hätten die Peloponnesier die Cisternen vergiftet, und dadurch sei die Seuche in Athen zum Ausbruch gekommen. Der Geschichtsschreiber, ein Augenzeuge dieser Pest, nimmt selbst keine Stellung zu dieser Frage, sondern spricht sich nur mit aller Entschiedenheit für die directe Contagiosität der einmal entstandenen Krankheit aus.

Leider bewahren die übrigen Autoren, welche über die Seuchen des Alterthums und Mittelalters schreiben, nicht die ruhige Objectivität des philosophischen Griechen. Sie führen ein Chaos

von Behauptungen an, die zum Theil auf den abenteuerlichsten Vorstellungen beruhen. Man wusste nicht, wo man den Feind suchen sollte, und deshalb sah man ihn überall. Furcht und Schrecken, unterstützt durch die in beständiger Angst überreizte Phantasie, gestatteten kein ruhiges Erwägen mehr, das mit Thatsachen rechnet; kein Hirngespinnst war absurd genug, als dass es nicht Glauben gefunden hätte. — So trifft man äusserst selten, dass ein Schriftsteller selbstständig den erdrückenden Wust von Gerüchten und vagen Behauptungen sichtet, sondern es vorzieht, möglichst erschöpfend zu referiren. — Bisweilen wird auch der Brunnen Erwähnung gethan, nicht oft, weil fast nur das Uebernatürliche bei den Zeitgenossen Anklang fand. So liefern die meisterhaften Schilderungen der jüdischen Pest von Josephus, der justinianischen Pest von Procop und der bekannten Pest in Florenz von Bocaccio eher für den Moralisten als für den Mediciner Ausbeute. Während der grossen deutschen Pest in der Mitte des 14. Jahrhunderts wurden einige Juden processirt, denen man vorwarf, Brunnen vergiftet, und dadurch die Seuche verbreitet zu haben. Als im Jahre 1529 die ganze Blüthe des französischen Adels vor Neapels Mauern einer Seuche — wahrscheinlich Typhus exanthematicus — erlag, behaupteten die Franzosen, ihre Feinde hätten Gift in die Brunnen geworfen, das jedem den Tod brachte, der von dem Wasser trank.

Je mehr sich die Vorstellungen, die man von dem Entstehen einer Seuche hatte, klärten, um so häufiger wurden die Vertreter der Ansicht, dass hiebei Luft, Nahrung (Wasser) und der Erdboden in erster Linie in Betracht kämen, andere Dinge aber, wie die Constellation der Gestirne etc. ganz gleichgültiger Natur wären. Den Boden zu bezichtigen, entschloss man sich nicht so leicht, weil er fast immer indirect zu wirken schien, indem er Luft oder Nahrung durch seine Bestandtheile verunreinigte, schliesslich also doch wieder Luft und Wasser das eigentlich inficirende Moment wären. Bald erforderten es die Umstände, dass man bei der Nahrungsinfection jene des Trinkwassers von der eigentlichen Nahrungsinfection unterschied, weil das Wasser der wichtigste Nahrungsstoff ist.

In neuester Zeit fasst man sich präciser. Man sagt, der Boden wirke direct infectiös, wenn Bodenbestandtheile unmittelbar von einem thierischen Organismus aufgenommen werden und eine Erkrankung bedingen. Als Beispiel führe ich ein Pferd an, das Erde in eine Fusswunde bringt, und nach einigen Tagen an Tetanus erkrankt; direct kann die Luft inficiren, wenn sie Erysipelcoccen enthält, direct das Wasser, wenn sich Typhuskeime in ihm befinden, die Nahrung, wenn sie Tuberkelbacillen beherbergt. Diese Eintheilung der Seuchenerreger nach dem Medium, von dem aus sie in einen Organismus übergehen, ist leichter durchzuführen, als wenn man das im Einzelfalle oft schwer zu constatirende Nährmedium in Betracht ziehen wollte, in dem die Keime wuchsen. Erst secundär kann es dann in Betracht kommen, ob das Wasser vom Boden oder einem thierischen Organismus aus Keime erhielt, die sich in ihm aufspeicherten oder eventuell vermehrten, oder ob die Luft durch Wasserdampf oder corpusculäre staubförmige Elemente mit schädlichen Keimen geschwängert wurde.

Leider sind wir nicht im Stande, eine mit einem Schlage auftretende Epidemie in allen ihren Einzelheiten genau zu verfolgen. Wenn wir auch bei den meisten heutzutage auftretenden Seuchen das in Frage kommende infectiöse Agens kennen, sogar über die Existenzbedingungen desselben ausserhalb des Organismus einigermaassen unterrichtet sind, so dürften wir doch noch weit davon entfernt sein, die Frage nach dem jeweiligen Herkommen und dem Uebertragungsmodus des Infectionserregers mit Bestimmtheit beantworten zu können; und vollends sind wir über die Gründe der Schwankungen im Verlaufe einer Epidemie, sowie das allmähliche Schwächerwerden und endliche Erlöschen derselben noch sehr im Unklaren.

Das Studium der Seuchen ist um so schwieriger, je seltener dieselben auftreten, und je mehr man sich von dem Auftreten derselben überraschen lässt. Abgesehen davon sind Menschenepidemien nur von allgemeinen und statistischen Gesichtspunkten aus zu betrachten; schon deshalb, weil in vielen Fällen eine Gewissheit der Diagnose erst durch den Sectionsbefund erbracht

werden könnte, was allgemein undurchführbar ist. Aber noch eine grosse Reihe von unübersteiglichen Hindernissen stehen der gründlichen Forschung entgegen, die hier aufzuzählen ich nicht nöthig erachte.

Viel günstiger würden sich in dieser Beziehung die Verhältnisse gestalten, wenn es gelänge, auf artificielle Weise eine Epidemie unter Thieren zu erzeugen, eine solche also gewissermaassen zum Labaratoriumsversuch zu gestalten. Hierbei können wir uns eines bestimmten Agens als Ausgangsmaterial bedienen, wir haben es in der Hand, einen genau bekannten und zu kontrollirenden Weg der Uebertragung des Erregers zu wählen, und wir sind im Stande, diese künstlich gesetzten Bedingungen auf die Möglichkeit und Intensität der Infection von Thieren zu prüfen. So können wir über alles verfügen, was uns erforderlich erscheint. Die Section und die Kulturversuche mit Blut und Organsaft geben uns absolute Gewissheit über die Todesursache, während zugleich jede Schwankung in der Vehemenz der nachgeahmten Seuche durch die Veränderung des Ausgangsmaterials zu dieser Zeit eine Erklärung finden muss.

In dieser Richtung bewegte sich der Auftrag, den mir Herr Geheimrath v. Pettenkofer ertheilte. In zuvorkommendster Weise wurde mir jedes gewünschte Material zur Verfügung gestellt, das zu den Versuchen erforderlich war.

Da mir in der Ausführung der Arbeit vollständig freie Hand gelassen wurde, folgte ich dem gütigen Rathe des Herrn Professor Dr. Emmerich, und wählte als Infectionserreger den Bacillus der Hühner-Cholera. So viel ich weiss, ist der genannte Bacillus der einzige als solcher, welcher ohne durch den normalen sauren Magensaft in seiner Fortpflanzungsfähigkeit und Virulenz Abbruch zu erleiden, vom Darm aus, dessen Epitheldecke durchbohrend, seine verderbliche Wirkung entfaltet. Er ruft verheerende Seuchen auf den Geflügelhöfen hervor und fordert die Hühnercholera alljährlich zahlreiche Opfer.

Die Hühnercholera ist eine wahre Septichämie, und verläuft als solche, gleichgiltig, ob die Thiere durch Impfung, Fütterung oder Injection inficirt wurden. Der Koth der erkrankten Thiere

ist nicht viel weniger virulent als ihr Blut, eine Bemerkung, die auch für geimpfte Thiere Geltung behält. Der H. Ch. B. vermehrt sich bei Blutwärme in günstigen, flüssigen Nährböden äusserst rapid innerhalb der ersten 24 Stunden; von da ab kaum mehr in nennenswerther Weise.

Mit diesem B. der H. Ch. nun habe ich sechs verschiedene Brunnen inficirt und die Infectiosität des Wassers an Tauben und Hühnern erprobt. Ich halte für angezeigt, die genaue Beschreibung der Versuche und Angaben der dabei getroffenen Maassnahmen hier niederzulegen, und sowohl bei jedem einzelnen Versuche meine Beobachtungen anzugeben, als auch am Schlusse meine definitiven Folgerungen und Resultate zusammenzufassen.

I. Versuch.

Inficirung des Brunnens im hygienischen Institut mittels Hühnercholera.

Fütterung von 4 Hennen und 4 Tauben mit dem inficirten Wasser während einer Zeit von 20 Tagen.

Dieser erste Versuch, für den mir keinerlei persönliche Erfahrungen zur Seite standen, war für mich in gewisser Beziehung nichts weiter als eine Orientirung, indem die erhaltenen und nicht erhaltenen Resultate mir als Wegweiser dienen mussten für fernere Versuche. Erst nach Abschluss desselben wurde es mir klar, eine wie grosse Anzahl von einschlägigen Fragen noch offen blieb und die Erwägung dieses Umstandes führte so zu einer Reihe von weiteren Versuchen, von denen jeder den vorhergehenden stützen und ergänzen sollte. Wenn auch der Grundgedanke derselbe bleiben musste, so konnten doch von Fall zu Fall eingehendere Vorbereitungen und specielle Dispositionen getroffen werden, um ein mechanisches Wiederholen mit der alleinigen Hoffnung auf gleiches Ergebnis zu vermeiden, was zwar die absolute Wahrscheinlichkeit der aus den Resultaten gezogenen Schlussfolgerungen vergrössert, die Allgemeinheit jedoch wesentlich beeinträchtigt hätte. Bei der empirischen Feststellung von Thatsachen ist die Variation der Bedingungen ein bedeutendes Moment, wodurch zahlreiche Einwände a priori abgeschnitten

werden und der Umfang eines Gesetzes seine gehörige Begrenzung findet. Hinterher sehe ich die Nothwendigkeit der Wiederholung des Versuches unter veränderten äusseren Bedingungen in gleichem Maasse ein, als mir zur Zeit des ersten Versuches dieser als ein erschöpfender und abgeschlossener erschien. Wollte ich z. B. den Kohlensäuregehalt des Regenwassers bestimmen, so würde ich, wenn ich ein Gefäss auf die Strasse hinausstellte, in dem so aufgefangenen Wasser eine gewisse Menge von CO_2 nachweisen, die sehr verschieden sein kann von der, welche ein Beobachter gleichzeitig auf der Gallerie des Frauenthurmes findet. Hätte ich nun wirklich den Kohlensäuregehalt des Regenwassers in verschiedenen Höhen verschieden gefunden, so braucht der Procentgehalt von CO_2 noch lange keine Function von der Bodennähe zu sein, sondern es kann derselbe ebenso gut noch abhängig sein von der Temperatur des Regens, dem Barometerstand u. dgl. Erst durch erneute Beobachtungen, nunmehr bei verschiedenen Temperaturen und Barometerständen vermöchte ich darüber in's Klare zu kommen.

Es war nun meine erste Aufgabe, eine Disposition der einzelnen Unterabtheilungen meines Versuches anzulegen und das Ganze möglichst einwandsfrei zu gestalten. Diese Disposition war für alle Versuche die gleiche und bestand aus folgenden Punkten:

1. Beschaffung einer möglichst virulenten Reincultur des H.-Ch.-B.
2. Herstellung einer Massencultur dieses virulenten Spaltpilzes.
3. Inficirung eines Brunnens mit dieser Massencultur.
4. Prüfung der Infectiosität des auf diese Weise künstlich inficirten Brunnenwassers.

In allen diesen Punkten sollten die Vorgänge, wie sie in der Natur sich finden, eine möglichst genaue Nachahmung erfahren, oder wenn es anging, sogar überboten werden, um ja den Brunnen sicher zu einer Infectionsquelle zu gestalten.

Wenn ich nun auf den ersten Versuch und die Durchführung des angegebenen Programmes bei demselben übergehe, so muss

ich gleich Eingangs bemerken, dass der Versuch in den März fiel, also eine Zeit, in der die Hühnercholera meines Wissens nicht aufzutreten pflegt. Letzterer Umstand kann auch auf verschiedene Weise erklärt werden, am plausibelsten wohl so, dass der H.-Ch.-B. zu seiner Vermehrung (nicht zu seiner Existenz) einer gewissen Temperatur bedarf, die nur in den wärmeren Monaten gegeben ist. Zur Bekräftigung dieser Ansicht will ich eines kleinen Experimentes erwähnen, das ich in dieser Hinsicht anstellte.

Am 4. Dezember 1890 impfte ich drei Bouillon- und drei Gelatineröhrchen mit H.-Ch. Ein Röhrchen jeder Art brachte ich in den Brutkasten; die Bouillon wies hier am 4. Tage (8. Dez.) die maximalste Trübung auf; die Gelatine blieb vom 19. Dezember ab, wo die Entwickelung ungefähr ihr Maximum erreicht hatte, bis zum 4. Februar annähernd stationär. Das ist so der gewöhnliche Verlauf. Die vier übrigen Röhrchen brachte ich gleich nach der Impfung in ein Zimmer, das im Mittel 4—5° C. Temperatur aufwies. Hier ging die Bouillon sehr mässig an, nahm auch nicht den sattgelben Ton an, wie sie es im Brutkasten zu thun pflegt; die Gelatineröhrchen zeigten am 19. Dezember eben einen äusserst zarten Schleier längs des Impfstiches, der sich bis 4. Februar unmerklich verdichtet hatte. Waren nun bei dieser tiefen Temperatur die Bacillen getötet worden? Oder hatten sie ihr Fortpflanzungsvermögen eingebüsst? Oder waren sie nur in eine Art Starrsucht verfallen, günstigerer Bedingungen harrend, um neu aufzuleben? Um dies zu entscheiden, brachte ich am 5. Februar die Gelatineröhrchen in den Thermostaten bei 23½° C., die Bouillonproben nach mässigem Umschütteln in den Brutkasten bei 37° C. Schon am 10. Februar war die Bouillon völlig trübe und am 14. Februar war das Sediment mindestens dreimal so mächtig als am 4. Februar. Ebenso war am 14. Februar der zarte Schleier in den Gelatineröhrchen undurchsichtig geworden und liess gut erkennbare weisse Kugeln unterscheiden. Die Deckglaspräparate ergaben in allen Fällen eine Reincultur von H.-Ch.-B. Also waren nach 2 Monaten trotz sehr niedriger Temperatur die Bacillen noch lebens- und fortpflanzungsfähig geblieben. Die

Gelatinecultur wurde hierauf in Bouillon übertragen und diese übertragene Cultur tödtete nach dreitägigem Verweilen im Brutkasten eine Taube bei Injection von 2 ccm in 22 Stunden, war also noch mässig virulent.

Dieses kleine Experiment legalisirt mein Vorgehen, im März einen Brunnenversuch zu beginnen. Hierzu kommt noch, dass die Vermehrung der Bacillen ausserhalb des Wassers, bei günstigster Temperatur vor sich ging und das Wasser die entwickelten Keime nur aufzubewahren hatte.

Die erste und wichtigste Aufgabe, virulente Culturen von H.-Ch. zu gewinnen, war verhältnismässig einfach und weicht nicht wesentlich von dem Modus ab, wie ich ihn bei allen weiteren Versuchen in Anwendung brachte.

Herstellung einer virulenten Cultur.

Zunächst stellte ich aus allen Gelatine-Reinculturen des H.-Ch.-B., welche im Laboratorium vorhanden waren und von August, Oktober und December her datirten, am 16. Februar 1891 eine Mischcultur her. Davon injicirte ich am 18. Februar einer Maus und einer Taube, ersterer subcutan 2 ccm, letzterer in jeden M. pectoralis je 2 ccm. Die Maus starb nach 60, die Taube nach 19 Stunden. Die eingeimpften Bacillen waren also sicher virulent, wenn auch nicht hochgradig. Die Taube wurde am 19. Februar etwa ½ Stunde nach dem Tode secirt. Deckglaspräparate ihres Herzblutes wiesen massenhafte Bacillen auf, und zwar lediglich H.-Ch.-B. Deshalb legte ich mehrere Bouillonculturen von Herzblut und Milz an, welche nach ihrem Gedeihen mit vollem Rechte für virulenter angesehen werden durften als die Ausgangscultur. Um nun aber über die Virulenz dieser neuen Culturen ja nicht im Zweifel zu sein, wurden vom 23./II. ab ein Huhn und eine Taube mit diesen frischen Culturen gefüttert, d. h. es wurden jedem Thiere unter die tägliche Futterration, aus Weizen, Hanf und Brod bestehend, je 20 ccm inficirter Bouillon verrührt. Nach 61 Stunden, am 26./II., fand ich die Taube sterbend im Käfig. Die Henne starb am 28./II. und hatte noch annähernd 98 Stunden nach der ersten Fütterung gelebt. In Anbetracht des Umstandes,

dass ich die Taube mit eigenen Augen sterben sah und sofort zur Section schritt, glaubte ich ihr Blut, weil frisch entnommen, als eine vollkommene Reincultur von H.-Ch. und zwar virulentester Art, da sie bei der Fütterung Erfolg hatte, ansehen zu dürfen und stellte von Herzblut, Leber, Milz und Lunge Culturen her. Dieselben waren nach 50stündigem Stehen im Brutkasten bei 35° C. hochgradig getrübt und erwiesen sich als tadellose Reinculturen.

Wenn mir nun eingewendet werden sollte, dass eine mässig virulente Cultur durch das Passiren zweier Thierleiber nicht von der virulentesten Art werden kann, so muss ich theilweise diesen Einwurf als berechtigt anerkennen. Beifügen muss ich jedoch, dass die Ausgangs- (Misch-) Cultur bei Fütterung ein Huhn innerhalb 16 Tagen nicht zur Erkrankung brachte, dass die Culturen von der am 19./II. verstorbenen Taube ein Huhn nach 121 Stunden tödteten, und dass späterhin eine Cultur, welche 19 Thierleiber passirt hatte (VI. Versuch), ein Huhn bei Fütterung auch erst in 64 Stunden zum Sterben brachte.

Herstellung einer Massencultur (2320 ccm).

Wie dem auch sei, ich nahm damals an, in Bezug auf Virulenz der Culturen das Aeusserste gethan zu haben, und schritt am 28./II. zur Infection von drei Flaschen Rinderbouillon, im Ganzen 1500 ccm. Das geschah unter Controle und Mitwirkung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Emmerich, unter Wahrnehmung der äussersten Cautelen; die Mündung sämmtlicher Reagircylinder der verwendeten Culturen, ebenso der Hals jeder Flasche wurde mittels des Bunsenbrenners bis zur intensiven Bräunung des verschliessenden Wattepfropfes sterilisirt und eine Luftinfection nach Möglichkeit ausgeschlossen; nach dem Erkalten des Glases wurden die Pfropfen rasch für einen Moment gelüpft, die grosse Flasche etwa um 1 m seitlich bewegt, um die Staubatmosphäre des sterilisirten Wattepfropfes zu vermeiden, und schleunigst ca. 5 ccm der Cultur eingegossen, worauf der Pfropfen wieder eingesteckt wurde. Die inficirte Bouillon kam bei 35° C. in den Brutkasten.

Am 4./III. wurden auf gleiche Weise 800 ccm Bouillon inficirt und zu den übrigen in den Brutkasten gestellt.

So hatte ich am 5./III. 1500 ccm Bouillon, seit 120 Stunden inficirt, und 800 ccm, seit 24 Stunden inficirt, zur Verfügung. Erstere hatten schon zum Theile sedimentirt, letztere noch gar nicht. Sollte also wirklich die eintretende Sedimentirung der Virulenz Abbruch thun, was ich bezweifle, so war dies bei den 800 ccm gewiss noch nicht der Fall, da sie nur starke Trübungen zeigten. Für alle vier Flaschen wurde die Reinheit der Cultur durch Deckglaspräparate, soweit dies auf solche Weise möglich ist, erwiesen.

Am Abend des 4. März entnahm ich den drei Flaschen der am 28./II. inficirten Bouillon Proben behufs Zählung der vorhandenen Bacillen. Nachdem verschiedene Verdünnungen der Bouillon mit sterilisirtem Wasser hergestellt worden waren, wurden davon gewisse Bruchteile eines Cubikcentimeters zur Aussaat verwandt. Ohne hier auf das Nähere einzugehen — in einem Anhange zu dieser Arbeit werde ich meine Erfahrungen bez. des H.-Ch.-B. niederlegen und insbesondere meine Zählergebnisse genauer angeben — will ich hier nur anführen, dass lediglich die Verdünnungen 1 : 10000 und 1 : 20000 brauchbare Zählplatten lieferten, d. h. die höchsten Verdünnungen, die ich überhaupt bewerkstelligt hatte.

So erhielt ich sechs Zählresultate und fand als Mittel dieser sechs Zahlen 26,1 Millionen Bacillen pro ccm der unverdünnten Bouillon. Am 5. III. Mittags legte ich noch Zählplatten der tags vorher inficirten Bouillon an, welche zwar stark getrübt, doch ohne jedes Sediment war. Hier lieferten nun die Zählplatten ganz gewaltig hohe Zahlen, was ich mir damals nicht erklären konnte. Ich nahm deshalb an, auch hier hätte sich die obige Mittelzahl ergeben. Dann stellt sich die Gesammtzahl der in 2300 ccm Bouillon enthaltenen Bacillen auf

$$2300 \times 26{,}100000 = 60030 \text{ Millionen.}$$

Durfte ich nun hoffen, mit einem solchen Material, dessen virulente Qualität ich zweifellos nachgewiesen hatte, einen Brunnen inficiren zu können? Ist es möglich, dass die Natur mit grösseren

Zahlen arbeitet, wenn sie einen Brunnen zum Seuchenherd gestaltet?

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Koth, der an H. Ch. erkrankten Thiere hinsichtlich Quantität und Qualität weitaus das infectiöseste Material ist, dessen sich die Natur bei dem Entstehen der H. Ch. bedienen kann. Kommt nun das Brunnenwasser bei Ausbruch der Seuche in Frage, so wird wohl solcher Koth auf directe oder indirecte Weise in den Brunnen gelangen, und seine Bacillen ins Wasser übergehen lassen. Nun wird aber schwerlich ein ländlicher Geflügelzüchter auf den Gedanken kommen, die sämmtlichen Excremente seines Hühnerstalles in seinen Brunnen zu schütten. Jedoch selbst wenn dem so wäre, würde er doch nicht im Stande sein, auf diese Weise meinen Versuch zu überbieten, wo 60 Milliarden H. Ch. B. in Reincultur, potencirt virulent, mit genügendem und zusagendem Nährmaterial versehen, mit einem Schlage in den Brunnen gesetzt wurden, wodurch überdies noch den H. Ch. B. durch ihre erdrückende Anzahl gegenüber jeder anderen Bacterienart der Kampf ums Dasein leicht gemacht wurde. (Ich verweise in dieser Beziehung auf meinen VI. Versuch). Ferner ist es über allen Zweifel erhaben, dass eine Wassermasse viel leichter und gründlicher durch eine bacterienhaltige Flüssigkeit, die sich leicht mischt und deren Moleküle ohne jede Cohärenz sich in labilem Gleichgewicht befinden, inficirt werden kann, als durch den zwar weichen, aber immerhin cohärenten, unlöslichen Koth, welcher sich im Wasser zusammenballt und hauptsächlich nur von seiner Oberfläche her inficirend wirken kann. Um einen Begriff von der von mir angewandten Zahl zu geben, möchte ich hier einschalten, dass ich das Volumen eines Tropfens meiner Bouillon feststellte; es gingen 16 bis 17 Tropfen auf den Cubikcentimeter. Demgemäss beherbergte ein Tropfen des angewendeten Infectionsmateriales 1,600000 Bacillen der H. Ch. Wie könnte man zu einer solchen Zahl kommen, ausser durch Herstellung einer Reincultur in einem guten Nährmedium?

Nach all dem glaubte ich getrost an die Brunneninfection gehen zu dürfen, ohne fürchten zu müssen, ungenügend vorbereitet zu sein.

Infection des Brunnens im hygienischen Institut.

Der Brunnen im Institut ist cylindrisch gebaut, der Grundkreis des Cylinders misst 65 cm im Durchmesser. Um jene Zeit lag der Wasserspiegel ungefähr 6,2 m unter dem Erdniveau und betrug die Höhe des Wasserstandes 60 cm. Die Wasserwärme belief sich auf 6,1° C. — Aus diesen Daten berechnet sich das Volumen der ganzen (cylindrischen) Wassermasse auf

$$V = 6 \cdot \left(\frac{6,5}{2}\right)^2 \cdot 3,14 = 199,1 \text{ l.}$$

Ich nehme rund 200 l an.

Am 5. März, Mittags 12 Uhr wurde in Beisein des Herrn Präsidenten Geheimrath v. Pettenkofer und des Herrn Professors Dr. Emmerich die Infection vorgenommen. Der Hausmeister des Institutes stieg auf einer Leiter in den Brunnen hinab und schüttete nach Vornahme der verschiedenen Messungen die 2300 ccm Bouillon in das Wasser, worauf er mittels eines bis auf den Boden reichenden Stabes das Wasser fünf Minuten lang tüchtig verrührte, um eine möglichst gleichmässige Mischung zu erzielen. Der ganze Wasserspiegel bedeckte sich so mit einer Schichte dichten blasigen Schaumes, der von oben wie Schnee aussah. Das Wasser des Brunnens war schon vorher in hohem Maasse verunreinigt, trübe, voll von Staub und festen Partikeln; auch waren mehrere tote Ratten und Mäuse in demselben zu bemerken. (Bei der bacteriologischen Untersuchung am 3. März fand ich etwas über 6200 Keime im ccm, darunter 380 verflüssigende).

Der Hausmeister brachte in einem Literkolben von dem Wasser herauf; dasselbe war leicht weingelb gefärbt und roch und schmeckte fade. Ich trank davon etwa zwei Esslöffel voll um die Wirkung an mir selbst zu erproben; das hatte keinerlei Folgen.

Nunmehr mussten sich im ccm des inficirten Wassers $\frac{26,1}{200}$ Millionen H. Ch. B. finden, denen 6200 Wasserbacterien gegenüberstanden, d. h., es trafen auf 130000 H. Ch. B. 6200 Wasserbacterien. Die von dem Wasser bei einer Verdünnung von 1 : 10000 angelegten Zählplatten — drei davon waren brauchbar —

ergaben jedoch 1390000 Keime pro ccm im Mittel; also gerade zehnmal mehr als sich finden sollten. Dies Ergebnis deprimirte mich sehr und nahm mir fast alles Vertrauen in die Richtigkeit meiner Zählungen; und doch erklärt es sich ziemlich einfach, wie ich im Anhange des weiteren erörtern werde.

Prüfung der Infectiosität des Brunnenwassers.

Um 12 Uhr 25 Min. war die Infection des Brunnens vollendet und 1 l des frisch inficirten Wassers in meinem Besitz. Seit 3. März hatte ich ein Huhn spanisch-italienischer Rasse und eine Taube ohne Nahrung gelassen und setzte ihnen jetzt von dem Wasser vor. Beide Thiere tranken gierig und in langen Zügen. Während dessen knetete ich ihr Futter: Brod, Weizen und Hanf mit dem Wasser und stellte es in den Käfig. Die Thiere frassen ebenso hastig als sie getrunken hatten. Um jedem Mangel vorzubeugen, gab ich noch eine 2. Ration und schärfte den Dienern ein, mir die allenfallsige Todeszeit genau zu notiren. Denn sterben mussten sie ja, das stand bei mir fest, obwohl ich noch gar nicht ahnte, dass ihnen jeder Tropfen Wassers 80000 H.-Ch.-B. zuführte. Am 6. März mittags entnahm ich neues Wasser zur Fütterung und stellte ein weiteres Paar, ein Huhn und eine Taube, neu ein. Ebenso am 7. und 9. März. Täglich beobachtete ich die Thiere mit gespannter Aufmerksamkeit, da ich mir die ersten Symptome der eintretenden Krankheit nicht wollte entgehen lassen. Morgens und mittags wurden sie mit frisch aus dem inficirten Brunnen entnommenem Wasser und angefeuchteter, d. h. mit demselben Wasser durchnässter Nahrung versehen.

Am Morgen des 14. März gewann es den Anschein, als ob die beiden zuerst eingestellten Hennen (I u. II) wirklich schwer erkrankt seien. Dieselben sassen zusammengeballt da, frassen und tranken beinahe nichts, waren völlig apathisch, stiessen aber von Zeit zu Zeit einen weithin hörbaren, heiseren Schrei aus. Es ergab sich jedoch, dass sie infolge des allzunassen Futters und des engen Käfigs, in dem ich sie gefangen hielt, eine den Ornithologen sehr bekannte Krankheit, den sog. »Zipf« acquirirt

hatten. Es kostete mich einige Ueberwindung, die in diesem Falle übliche Operation ausführen zu lassen, weil ich eine Wundinfection von der Zunge aus, die dabei verletzt wird, fürchtete. Gleichwohl verstand ich mich dazu. Nach der Operation brachte ich die Hennen in ein geräumiges Zimmer, dessen Boden mit Sand bestreut wurde, und setzte ihnen zwar immer noch inficirtes Wasser, jedoch trockenes Futter vor. Schon am 15. März frassen die erkrankten Vögel wieder und blieben bis zum 24. März so gesund wie die übrigen sechs Thiere, die niemals Krankheitssymptome gezeigt hatten. Am 24. März schloss ich den ersten Fütterungsversuch ab.

Es lag nahe, zu untersuchen, ob die Vögel durch die Fütterung immun gegen H.-Ch. geworden waren. Ich fütterte also Henne IV und Taube II, vom 24. März angefangen, während 9 Tagen mit gebrochenem Mais, dem je 10 ccm einer Bouilloncultur beigemischt wurden, die von der Massencultur abstammten; — die Thiere erkrankten nicht. Gleichzeitig injicirte ich der Taube IV 1 ccm derselben Bouillon; sie starb nach 20 Stunden. Von ihr erhielt ich virulente Culturen, welche am 27./III. die Taube III innerhalb 14 Stunden (nach Injection von 1 ccm) sterben machten. Von dieser letzteren Taube gewann ich hochgradig virulente Culturen. Ich verwandte sie vom 2./IV. ab zur Fütterung von Henne I, ferner von Henne IV und Taube II, welche 9 Tage lang vergeblich mit schwächeren Culturen gefüttert worden waren. Henne I starb nach 60 Stunden, Henne IV nach 132 Stunden, Taube II blieb am Leben. Doch war Taube II nicht absolut immun, da ihr am 10. April eine Injection von 1 ccm einer von Henne IV abstammenden Bouilloncultur nach 12 Stunden den Tod brachte.

Aus alldem entnehme ich, dass keines der gefütterten Thiere gegen Injection von H.-Ch.-B. sich refraktär verhielt, dass hingegen eine Immunität gegenüber der Fütterung in gewissem Grade eingetreten war, insbesondere bei Taube II. Doch lässt sich diese Immunität nur mit geringer Wahrscheinlichkeit auf das genossene Brunnenwasser zurückführen, weil auch mehrere Kaninchen, die

in einem Nachbarkäfig untergebracht waren, an H.-Ch. zu Grunde gingen.

Am 25. März untersuchte ich zum Schlusse meines Versuches das Brunnenwasser bacteriologisch. Trotz der niedrigen Wassertemperatur von 6,7 ° C. fand ich im Cubikcentimeter die beträchtliche Anzahl von 14200 Bacterien, darunter 1150 verflüssigende Keime. Eine Colonie von H.-Ch.-B. auf den Zählplatten aufzufinden gelang mir nicht, ungeachtet aller aufgewendeten Mühe; wenngleich ich ähnliche Colonien in Menge in Bouillon übertrug, so fielen doch die Impfversuche damit negativ aus. Wenn also nicht der Zufall allzusehr herein spielt, muss der H.-Ch.-B. entweder zu Grunde gegangen oder degenerirt sein oder sedimentirt haben.

An dieser Stelle verdient noch bemerkt zu werden, dass der Brunnen im hygienischen Institut vor und während des Versuches in keiner Weise benutzt wurde. Das Wasser desselben änderte sich etwa vom 5. März ab in der Weise, dass es seine gelbliche Färbung mehr und mehr einbüsste, gleichzeitig aber einen deutlich wahrnehmbaren Fäulnisgeruch annahm. Günstig für eine Infection war im vorliegenden Falle der geringe Wassergehalt des Brunnens — 200 l — und die hochgradige Verunreinigung des Wassers mit organischer Substanz, ungünstig die niedere Wassertemperatur von 6½ ° C.

Das Resultat dieses meines ersten Versuches war nun folgendes:

Vier Paare von gegen H.-Ch. sehr empfindlichen Thieren waren 20—16 Tage lang mit Brunnenwasser gefüttert worden, das hochgradig inficirt war. Keines der Thiere erkrankte, obwohl viele Tausende der Krankheitskeime sich in jedem Tropfen des genossenen Wassers fanden. Hühner und Tauben befanden sich die Hälfte der Zeit über unter den ungünstigsten hygienischen Verhältnissen zusammengepfercht in einem engen Käfig, der absichtlich nie gereinigt wurde, und der trockenen Nahrung entbehrend, die sie gewohnt waren. Ueberdies waren zwei der Hühner durch eine intercurrente Krankheit geschwächt. Immun gegen H. Ch. war durch den Genuss des Brunnenwassers keines der Thiere geworden.

Daraus ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Wenn eine wirksame Infection durch den Genuss von Trinkwasser möglich sein soll, das aus einem mit Bacterien inficirten Brunnen stammt, so müssen ganz gewaltige Massen des Infectionsmaterials in den Brunnen gelangt sein, vorausgesetzt, dass man nur die Nahrungsinfection im Auge behält.

2. Wenn in einem solchen Falle überhaupt an eine Weitervermehrung von pathogenen, im Wasser nicht heimischen Bacterien gedacht werden darf, so wäre das nur unter den günstigsten Nahrungs- und Temperaturverhältnissen für diese Mikroorganismen ermöglicht.

3. Bei der Ueberführung von Bouillonculturen in Brunnenwasser vermehren sich die im Brunnen schon vorhandenen Wasserbacterien; im vorliegenden Falle stieg innerhalb dreier Wochen die Zahl der peptonisirenden Keime von 380 auf 1150.

Ich will nun gewiss nicht so weit gehen, zu behaupten, die bei diesem meinem ersten Versuch gefundenen Verhältnisse seien unumstösslich. Aber ebenso wenig darf ich den negativen Erfolg bei der Fütterung mit dem inficirten Brunnenwasser für einen Zufall halten.

Die Selbstkritik gebietet mir, bevor ich zum zweiten Versuche übergehe, anzugeben, was beim ersten nicht einwandsfrei war oder zweifelhaft blieb.

Vor Allem muss ich hier die Möglichkeit zugeben, dass eine Wassertemperatur von 6½° C. zu niedrig ist, als dass sich der H.-Ch.-B. darin für längere Zeit hätte virulent halten können. Doch muss betont werden, dass ich bei der Brunneninfection in keiner Weise auf die Vermehrung im Wasser reflectirte. Virulent bleiben die Bacterien leichter bei zu niedriger als bei zu hoher Temperatur; jedenfalls hält sich jede H.-Ch.-Cultur eine Woche lang bei 6° C. virulent, und längerer Zeit bedarf es zu der Nahrungsinfection gewiss nicht.

In zweiter Linie muss ich zugestehen, dass die Anzahl der Thiere, welche mit dem unmittelbar nach der Brunneninfection entnommenen, also virulentesten Wasser gefütterten Thiere zu

gering war, als dass ich das Ergebnis ohne weiteres verallgemeinern dürfte.

Schliesslich wäre es am Platze gewesen, wie bei den folgenden Versuchen, so schon bei diesem die Infectiosität des Wassers durch das schärfste Kriterium zu erweisen, das überhaupt angewandt werden kann, nämlich durch subcutane oder intramusculäre Injection des Wassers, der gegenüber die Fütterung mehr in den Hintergrund tritt. Dieser Mangel wurde verschuldet durch die Sicherheit, mit der ich auf den Tod wenigstens einiger Thiere rechnete.

II. Versuch.

Inficirung des Brunnens an der Sonnenstrasse Nr. 7 mit Hühnercholera.

Fütterung von 8 Hennen und Tauben während einer Zeit von 15 Tagen mit dem inficirten Wasser.

Der nun folgende zweite Versuch weicht in mancher Hinsicht von dem eben abgehandelten ab, jedoch nicht so sehr, um mit diesem nicht mehr verglichen werden zu dürfen.

Die Disposition wurde nicht geändert.

Herstellung virulenter Culturen.

Es kam mir sehr zu statten, dass ich vom ersten Versuche her über virulente Culturen verfügte. Am 10./IV. hatte ich von dem Blute eines an dem gleichen Tage an H.-Ch. verstorbenen Thieres eine Anzahl von Bouillonculturen angelegt, mit denen ich am 12./IV. ein Huhn und eine Taube zu füttern begann. Die Taube starb 47 Stunden nach der ersten Fütterung, das Huhn nach ca. 90 Stunden. Dass ich von diesen Thieren virulente Culturen erhalten musste, war zweifellos, und so benutzte ich das Blut der letzteren Taube für eine Reincultur, die mir zur Anlegung einer virulenten Massencultur für den vorliegenden Versuch diente.

Anlegung der Massencultur (2750 ccm).

Am 20./IV. mittags 12 Uhr wurden nun 2750 ccm Bouillon mit der eben erwähnten Cultur inficirt. Dieselbe war eine tadellose Reincultur, erst 36 Stunden alt, gleichmässig getrübt, ohne Schaum und Bodensatz.

Die inficirte Bouillon kam bei 35° C. in den Brutkasten. Schon am nächsten Morgen war die Trübung eine hochgradige und machte sich der charakteristische Geruch nach H.-Ch. deutlich geltend.

Am 22./IV. nachmittags 2 Uhr wurden Zählplatten angelegt und die Massenculturen auf ihre Reinheit geprüft.

Infection des Brunnens mit H.-Ch.-B.

Am gleichen Tage noch — um 4 Uhr nachmittags — schritt ich zur Brunneninfection. Mit voller Ueberlegung liess ich die Culturen nicht älter als zwei Tage (genau 52 St.) alt werden, da ich bei diesem Versuch mit Culturen arbeiten wollte, die noch kein Sediment aufwiesen, d. h. die Höhe der Entwickelung noch nicht erreicht hatten. Es ist das nicht unberechtigt, denn die Bacillen sind wahrscheinlich virulenter und lebenskräftiger, solange sie noch eine Vermehrung zeigen, als wenn sie bereits zusammengeballt in Klumpen zu Boden gesunken sind.

Der in Frage kommende Brunnen an der Sonnenstrasse war von sehr guter Construction, mit doppelstiefeligem Pumpwerk. Der Brunnenschacht stellte einen gleichmässig runden Kreiscylinder dar, dessen Durchmesser 100 cm betrug. Der Wasserstand erreichte eine Höhe von 124—126 cm.; die Wassertemperatur war 7,9° C. Auffällig war mir die tadellose Klarheit und Reinheit des Wassers, das sich äusserst angenehm trank, obwohl die Brunnenstube von oben bis unten an den Wänden dicht mit gröberem und feinerem Wurzelwerk bedeckt war, das sich im Wasser selbst zu einem ziemlich soliden Filz verwachsen hatte. Durch letzteren Umstand wurde sowohl das Hinabsteigen als insbesondere das Ausmessen der Dimensionen in hohem Grade erschwert. Die Wassermenge des Brunnens belief sich berechnet auf 950 l oder, wenn ich für das Volumen sämmtlicher Wurzeln und der eintauchenden Holzrohre 50 l in Abzug bringe, rund auf 900 l. Von der Reinheit des Wassers zeugt auch die bacteriologische Untersuchung. Die am 19. April angelegten sechs Zählplatten ergaben mit grosser Uebereinstimmung 17—24 Keime pro 1 ccm Wassers, im Mittel 21 Keime, eine Zahl, so niedrig,

wie ich sie seitdem nicht mehr gefunden habe. Am 22./IV. nachmittags 4 Uhr nun wurde dieser Brunnen auf gleiche Weise wie der Brunnen des Institutes inficirt. Kurz vorher hatte ich Zählplatten der zur Verwendung kommenden Bouillon angelegt, um die Zahl der zur Entwickelung gekommenen Bacillen zu ergründen.

Die 2750 ccm Bouillon wurden direct in's Wasser geschüttet und sofort ausgiebig verrührt. Das dadurch bedingte Aufschäumen war so bedeutend, dass ich das Knistern der platzenden Blasen noch mehrere Minuten lang heraufhören konnte. Das geschöpfte Wasser glich einem leichten Theeaufguss, war aber vollkommen klar und durchsichtig.

Am 4. Tage nach der Aussaat ergaben von den 15 angelegten Zählplatten 5 ein brauchbares Resultat, und zwar im Mittel pro 1 ccm der Bouillon 591 Millionen Bacillen, wobei der wahrscheinliche Fehler zu $\pm$ 21 Millionen sich berechnete, was von der guten Uebereinstimmung der Resultate Rechenschaft gibt. Die Verdünnung der Aussaat war 1 : 100000 und kamen davon 0,2 bis 1,0 ccm zur Verwendung.

Die erhaltene Zahl ist eine gewaltige, viel höher als beim ersten Versuch. Und doch halte ich sie nicht für zu hoch, eher für zu niedrig. Die Gesammtzahl der in den Brunnen gelangten Bacillen war nun 2700 $\times$ 591 Millionen oder 1596 Milliarden. Also treffen auf den Liter Brunnenwasser nach der Infection 1$^{3}/_{4}$ Milliarden, auf den Cubikcentimeter 1$^{3}/_{4}$ Millionen oder 100000 Bacillen auf den Tropfen des Wassers.

Mit diesem Wasser wurden um 4$^{3}/_{4}$ Uhr ein paar Hennen, die 26 Stunden lang gefastet hatten, getränkt und ihnen als Futter Brod, Weizen und geschroteter Mais vorgesetzt, welche mit dem Wasser vollständig inficirt waren. Gleichzeitig erhielt ein Huhn 2 ccm des Wassers in den Pectoralmuskel injicirt, indem ich auf diese Weise die Virulenz des Brunnens auf's bestimmteste klarzulegen hoffte. An den drei folgenden Tagen wurde um 8 Uhr morgens je ein weiteres Paar von Hühnern zur Fütterung eingestellt, ferner an den zwölf folgenden Tagen je einer Taube eine Injection von Brunnenwasser in den M. pectoralis gemacht.

Zunächst will ich über die gefütterten Thiere berichten. Es waren im ganzen 4 paar Hühner und zwar ausnahmslos ganz junge Thiere. Bei dem erst eingestellten Paare trat insofern ein ungünstiger Zufall ein, als eines der Hühner beim Verbringen in den Käfig entwischen wollte und bei dem Versuche, sich loszureissen, das rechte Bein brach; bei näherer Untersuchung fand ich, dass auch der Schenkel fracturirt war, was jedoch schon etwas älteren Datums zu sein schien. Dieses Huhn frass zwar genügend, wurde aber von den anderen stets verfolgt und verpickt, so dass ich mich genöthigt sah, es am dritten Tage von den andern zu trennen. Am 27./IV. um 10 Uhr Vormittags starb es, nachdem es um 8 Uhr noch ziemlich gefressen hatte. Bei der sofort vorgenommenen Section fand ich den Darm sehr blass; die Milz anämisch, das Herz kleiner als das einer Taube, die Gallenblase bis zum Platzen voll, die Leber deutlich ikterisch. Dieser Befund spricht nicht für H.-Ch.; allein ich nahm trotzdem an, das Thier hätte sich von der Fracturstelle aus inficirt, fertigte deshalb acht Deckglaspräparate und legte sieben Bouilloncukturen vom Blut und dem Organsafte an. In keinem einzigen der Präparate konnte ich einen Bacillus finden. Ebenso erfolglos blieben die Culturversuche — denn die Bouillon blieb eine volle Woche lang im Brutkasten, ohne sich zu trüben. Alle diese Umstände verneinen den Tod von H.-Ch. auf's entschiedenste und jeder Bacteriologe würde es für einen Fehler halten, wenn ich in diesem Falle H.-Ch. annehmen würde. Die übrigen 7 Thiere starben nicht.

Was nun die mit Brunnenwasser injicirten Thiere anlangt, so war das Ergebnis ein höchst interessantes. Im Ganzen wurden ausser dem schon erwähnten Huhn zwölf Tauben mit allmählich gesteigerten Dosen des Brunnenwassers — 1 bis 8 ccm — injicirt. Es waren lauter gesunde, kräftige Thiere. Um eine volle Uebersicht zu gewähren, will ich eine Tabelle folgen lassen, welche in der ersten Colonne die Nummer des Thieres enthält, in Klammern beigefügt die Anzahl der Stunden erkennen lässt, die vom Moment der Vornahme der Inficirung des Brunnens bis zur Injection verflossen waren; die zweite Colonne gibt die Menge des injicirten Brunnenwassers in Cubikcentimeter an; in der dritten Reihe

findet sich die Anzahl der Stunden, welche das Thier nach der Injection noch verlebte, eventuell ein Strich, wenn es am Leben blieb. In der vierten Reihe wird das Datum angegeben, an welchem die Injection der Thiere vorgenommen wurde.

Tabelle der mit Brunnenwasser injicirten Thiere beim zweiten Versuch.

Nummer des Thieres	Menge des injicirt. Wassers	Stunden b. z. Tode	Datum
I Huhn (0)	2 ccm	61	22. IV.
I Taube (2)	1 »	15	
II » (19)	2 »	14	23. IV.
III » (40)	2 »	18	24. IV.
IV » (66)	2 »	17	25. IV.
V » (89)	2 »	29	26. IV.
VI » (115)	2 »	40	27. IV.
VII » (138)	2 »	39	28. IV.
VIII » (185)	2 »	—	29. IV.
IX » (209)	3 »	—	30. IV.
X » (257)	4 »	28	1. V.
XI » (282)	6 »	—	2. V.
XII » (304)	8 »	—	3. V.

Zur näheren Erläuterung möge dienen, dass jedes gestorbene Thier secirt und der Tod an H. Ch. durch Deckglaspräparate und Bouillonkulturen mit aller Sicherheit nachgewiesen wurde.

Von den überlebenden Thieren wurde Taube VIII noch einen ganzen Monat gefüttert; sie blieb vollkommen gesund und wurde am 26. Mai in Freiheit gesetzt.

Die Tauben IX, XI und XII erhielten 0,1 ccm einer virulenten Bouillonkultur injicirt; die letzteren beiden Thiere starben daran. Die überlebende Taube IX ertrug noch die Injection von 0,5 ccm, nach weiteren zwei Tagen von 2 ccm der Bouillon, starb aber bei Injection von 12 ccm in weniger als einer halben Stunde. — Weder eingedrungene Luft, noch die Bacillen dürften diesen Ausgang verursacht haben; es wird wohl die Bouillon, (d. h. die in ihr enthaltenen Stoffwechselproducte) als Nervengift eingewirkt haben.

Das Brunnenwasser wurde mehrmals bacteriologisch untersucht. Am 1. Mai zählte ich im Cubikcentimeter desselben 9280 Bac-

terien, darunter 910 verflüssigende. Am 7./V. war die Zahl auf 3750 bis 4760 gesunken, am 9. Mai auf 3690, am 11. Mai fand ich nur mehr 1270 Keime. Nun liess ich am 12. Mai mehrere Stunden lang durch zwei Mann pumpen, um die Bacillen zu entfernen; das vollständige Auspumpen gelang nicht, obwohl 1800 l Wassers entfernt wurden. Die Zählung am Abend des 12. Mai ergab im Mittel 190 Bacterien pro ccm. Zu gleicher Zeit untersuchte ich noch den Brunnen im hygienischen Institute, der zu dem ersten Versuch gedient hatte: er wies am 4. Mai noch 7140 Bacterien pro ccm seines Wassers auf.

Von den am 1. Mai angelegten Zählplatten wurden fünf hühnercholeraähnliche Colonien abgeimpft und davon Bouillonculturen angelegt. Nachdem letztere angegangen waren, injicirte ich von jeder einer Taube 2 ccm —; allein keines der Thiere starb. Ebenfalls am 1. Mai brachte ich 1 ccm des Wassers in Bouillon; die entstandene Mischcultur blieb, obwohl ich davon 8 ccm injicirte, ohne Einwirkung auf eine Taube.

Was die gefütterten Hennen anbelangt, so erfreuten sie sich am 6. Mai noch des besten Wohlseins Zwei der Thiere fütterte ich bis zum 26. Mai mit dem Brunnenwasser, und schenkte sie dann, da sie keinerlei Krankheitserscheinungen zeigten, dem Diener, der sie verzehrte. Zwei weitere Thiere verbrachte ich am 7. Mai in einen Käfig, der bisher für die mit Culturen gefütterten und geimpften Thiere gedient hatte, aber nie gereinigt worden war. Das Futter wurde ihnen einfach auf den Boden des Käfigs gestreut. Am gleichen Tage noch gesellte ich ihnen zwei ganz frische, gesunde Hühner bei, die noch zu keinem Versuche verwendet worden waren. Diese Thiere starben sämmtlich vom 14. bis 19. Mai an H.-Ch. und zwar die frischen Thiere zuerst. Die Infection musste also vom Käfig ausgegangen sein.

Damit war der zweite Versuch als solcher beendet und ich will nun an die Auslegung und Kritik der erhaltenen Resultate gehen.

Ein diesem Versuch eigenthümliches Ergebnis ist in der Tabelle enthalten, welche die Resultate der Injection des Brunnenwassers darlegt. Vor allem ersehe ich daraus, dass das Wasser

wirklich inficirt war, denn es tötete noch 257 Stunden nach seiner Beschickung mit der Massencultur eine Taube. Des weiteren erkenne ich, dass die Infectionsfähigkeit des Wassers unter den hier stattgehabten Bedingungen ziemlich rasch abnimmt, denn innerhalb der ersten drei Tage betrug die mittlere Lebensdauer einer Taube nach der Injection 16 Stunden, stieg innerhalb der nächsten drei Tage auf 21 Stunden, und erreichte am 7. Tage bereits 39 Stunden; von da ab ist die Infectionskraft des Wassers als ziemlich erloschen zu betrachten. Was bei directer Injection in die Muskulatur des Körpers gilt, muss a fortiori Geltung haben bei Fütterung.

Von den acht mit Brunnenwasser gefütterten Thieren starb keines an H.-Ch., obwohl ein Paar über einen Monat täglich das Brunnenwasser vorgesetzt erhielt. Letzteres geschah, um allenfalls dem Entstehen einer chronischen H.-Ch. Vorschub zu leisten.

Die variirten Bedingungen gegenüber dem ersten Versuche sind, kurz ausgedrückt, folgende:

Das Brunnenwasser war wärmer (8° C. gegenüber 5° C.), es war unvergleichlich reiner und klarer, es enthielt von vornherein 300mal weniger Wasserbacterien im Cubikcentimeter als beim ersten Versuch.

Der Brunnen in der Sonnenstrasse enthielt kolossale Mengen lebender Pflanzentheile (Wurzeln), welche das Wasser durchsetzten.

Die verwendete Massencultur war beim zweiten Versuch quantitativ grösser und bacillenreicher; sie war jünger (52 St.), hatte also jedenfalls in der Bouillon noch genügend Nährmaterial für die Bacillen.

Die Schlussfolgerungen, welche zu ziehen ich mich nunmehr für berechtigt erachte, kann ich in Folgendem zusammenfassen:

I. Die Infection eines Brunnens mit H.-Ch. ist bei Anwendung von Massenculturen unbedingt möglich, wenn die Temperatur des Brunnenwassers mindestens 8° C. beträgt und die Culturen virulent und flüssig (Bouillon) sind.

II. Die Infectiosität des Wassers in diesem Falle ist durch directe Injection in den Pectoralmuskel von Tauben sicher und leicht zu constatiren.

III. Durch den ersten sowohl als durch den zweiten Versuch wird es unwahrscheinlich gemacht, dass durch Verfütterung inficirten Brunnenwassers die H.-Ch. erzeugt werden könne.

IV. Der H.-Ch.-B. verschwindet ziemlich rasch aus dem Brunnenwasser, selbst wenn er genügend Nährmaterial mit auf den Weg bekommt, während sich gleichzeitig die autochthonen Wasserbacterien beträchtlich vermehren.

V. Die Inficirung eines Thieres mit H.-Ch. ist unvergleichlich schwerer durch Fütterung als durch Injection unter die Haut oder in einen Muskel zu erzielen, selbst wenn in letzterem Falle auch noch so geringe Massen des Infectionsmaterials in Frage kommen.

Durch den Ausgang des zweiten Versuches wurde in mir die Frage rege, warum wohl die Fütterungsinfection gegenüber der Injection so sehr in den Hintergrund trete. In beiden Fällen bleibt die Temperatur völlig ausser Betracht; denn das Unterhautzellengewebe und die Muskeln bieten dem Bacillus dieselben thermischen Verhältnisse wie der Intestinaltractus. Wie mächtig ferner der Einfluss von Qualität und Quantität der eingeführten Bacillen auch sein mag, so kann doch angenommen werden, dass sie sowohl bei der Fütterung als bei der Injection die gleichen waren; im Gegentheile, es war die Quantität bei der Fütterung sogar bedeutend höher, und doch fiel letztere negativ aus.

Was den wesentlichsten Unterschied in beiden Fällen bedingt, ist jedenfalls in der Applicationsweise gelegen. In den Körper gelangen die Bacillen auf die eine wie auf die andere Weise. Bei der Injection geräth nun mit einem Schlage eine grosse Anzahl derselben an circumscripter Stelle in die Saftbahnen des Körpers, der Widerstand des Organismus an dieser kleinen Stelle ist gegenüber den Massen zu schwach oder hat keine Zeit, sich zu etabliren. Und so ist die Wirkung der eingeführten Bacillen nicht nur eine gleichzeitige, sondern auch eine nahezu vollständige, da die einzelnen Bacillen in ihrer Existenz schwerlich beeinträchtigt, ja sogar in ihren Lebensfunctionen kaum gestört werden. Dies erhellt auch aus dem Umstand, dass an der Injectionsstelle niemals Eiterung wahrzunehmen ist. Ganz verschieden davon sind die Verhältnisse bei der Fütterung gelagert.

Nimmt ein Thier die Bacillen mit der Nahrung auf, so hat man es unter keinen Umständen mit einer Reincultur zu thun. Ferner vermengt der starke Muskelmagen der Vögel das Eingeführte innig mit dem sauren Magensaft, und durch die Säure wird sicherlich, wenn nicht eine theilweise Vernichtung, so doch eine allgemeine Schwächung der pathogenen Mikroorganismen bedingt. Durch die beigemischten anderweitigen Bacterien und durch den Magensaft wird also auf alle Fälle die Wirkung des H.-Ch.-B. herabgesetzt. Nun erfolgt der Uebergang in den Darm. Hier herrscht eine schwache Alkalescenz, die Magensäure wird allmählich abgestumpft und die H.-Ch.-B. finden die günstigsten Nahrungsverhältnisse. Jedoch können sie sich nicht ungestört vermehren, da die Darmparasiten dem pathogenen Pilz das Feld streitig machen, und das um so leichter, als vom Magen her nicht der ganze infectiöse Inhalt auf einmal, sondern nur ganz allmählich in kleinen Mengen übertritt. Haben jedoch die H. Ch.-B. zum Theile den Kampf mit den anderweitigen Bacterien und dem Magensaft siegreich bestanden, so harrt ihrer noch eine schwere Arbeit in der Durchbohrung des Darmepithels. Gelingt es, so steht dem Uebergang in die Blutbahn nichts mehr im Wege. Aber es handelt sich dabei nicht um Massen, die gleichzeitig übergehen, sondern um Einzelnindividuen, und wenn der Organismus im Stande ist, den Eindringlingen zu wehren, so hat er dem einzelnen Bacillus gegenüber die denkbar leichteste Aufgabe.

Dieser Umstand scheint mir von ausschlaggebender Bedeutung zu sein. Deshalb spreche ich die Ansicht aus, dass bei der Injection die geringsten Massen zur Infection genügen, weil mit einem Male eine Reincultur von der kleinen Injectionsstelle aus in die Säfte übertritt; der Uebergang ist ein ausserordentlich rascher, weil die inficirte Bouillon in die Lymphbahnen hineingepresst wird, nicht nur durch den Druck des Spritzenkolbens, sondern auch durch die Contraction des M. pectoralis. Im Darm herrscht kein treibender Druck und von einer Reincultur kann hier wegen der Darmparasiten keine Rede sein Bei der Fütterung werden die im abgeschwächten Zustande in den Darm gelangenden H.-Ch.-B. nur von der Oberfläche des Speisebreies aus wirken

können, nachdem sie schon im Magen decimirt wurden; sie können nur einzeln und an verschiedenen Stellen die Darmwand passiren, dem Organismus Zeit lassend, seine Wehrkräfte gegen den allmählich übertretenden Feind zu entfalten, der in einer langen Linie aufgelöst ist, vom Pylorus bis zum Dickdarmende.

III. Versuch.

Inficirung des Brunnens im physiologischen Institute.

Die nun folgenden Versuche unternahm ich weniger in der Absicht, Neues zu finden, als in dem Bestreben, die aus den beiden ersten Versuchen gezogenen Schlussfolgerungen einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Mit der dem Sommer sich nähernden Jahreszeit musste die Temperatur des Brunnenwassers naturgemäss zunehmen, für den Aufenthalt resp. die Vermehrung der Bacterien also günstigere Verhältnisse bieten.

Vom zweiten Versuche her standen mir vollvirulente Culturen zu Gebote. Am 19./V. injicirte ich davon einer Taube 1 ccm; das Thier starb nach 9 Stunden. Bei der Section ergab sich eine ausgebreitete Tuberculose sämmtlicher Bauchorgane; doch lieferte das Herzblut Deckglaspräparate von scheinbar reiner H.-Ch. und die davon angelegte Bouilloncultur stellte sich als eine tadellose Reincultur von H.-Ch. heraus. Am 21./V. setzte ich einer Taube Weizen vor, unter welchen 20 ccm mit der genannten Reincultur inficirter Bouillon verrührt worden waren. Das Thier starb nach 38—40 Stunden an H.-Ch., wie die Section und die Culturversuche erwiesen. Folgenden Tages injicirte ich einer Taube 0,1 ccm der erhaltenen Bouilloncultur, worauf sie nach 16 Stunden starb. Ihr Blut gab mir die Ausgangscultur für den dritten Versuch.

Am 24./V. inficirte ich mit letzterer um 11 Uhr 45 Min. 4 Flaschen, 2950 ccm Bouillon enthaltend, und stellte sie in den Brutkasten.

Der für den dritten Versuch in Aussicht genommene Brunnen des physiologischen Institutes, welcher mir von Herrn Obermedicinalrath Prof. Dr. v. Voit in zuvorkommendster Weise zur

Verfügung gestellt wurde, hatte einen Inhalt von 670 l Wasser. Was die Temperatur des Brunnenwassers anlangt, so betrug sie am 27./V. nur 6,1° C., stieg am 1./VI. auf 6,3° und erreichte am 20./VI. 6,6° C. Die bacteriologische Untersuchung führte ich für aerobe und anaerobe Bacterien durch. Für den 27. Mai erhielt ich pro ccm des Wassers bei aerober Züchtung 1076 Bacterien, bei anaerober im Wasserstoffstrom nur 218 Keime. Im übrigen war das Wasser rein und klar und gut trinkbar; in geringem Grade war es durch faulende Holzpartikel verunreinigt.

Bemerkt muss werden, dass die chemische Analyse des Wassers keine Salpetersäure, hingegen einen bemerkenswerthen Gehalt an Ammoniak ergab; auch Spuren von salpetriger Säure fanden sich.

Am 27. Mai abends 5¼ Uhr wurde der Brunnen mit der 2950 ccm betragenden Massencultur auf dieselbe Weise wie bei den früheren Versuchen inficirt. Die Zählung der Bacterien pro ccm der Bouillon nach 76stündigem Stehen im Brutkasten ergab drei ziemlich übereinstimmende Resultate, nämlich 1090, 1267 und 1560 Millionen.

Als Mittelzahl können 1300 Millionen pro ccm der Massencultur angenommen werden. Diese Zahl ist sehr hoch, trotzdem muss ich sie gelten lassen; denn ausser der ziemlich guten Uebereinstimmung der drei Zählungen hatte ich schon beim ersten Versuch ein fast ebenso hohes Resultat gefunden, was mich damals bewog, das betreffende Zählergebnis zu kassiren.

Im ganzen wurden demgemäss 3835 Milliarden von H. Ch.-B. in den Brunnen gebracht, und es trafen nach der Infection auf den Liter des Brunnenwassers 5681 Millionen H.-Ch.-B. oder 5,681000 auf den Cubikcentimeter. Die Zahl der in einem Tropfen des Brunnenwassers enthaltenen H.-Ch.-B. belief sich mithin auf mehr als 300000.

Deckglaspräparate des inficirten Wassers liessen H.-Ch.-B. in Menge erkennen, während Wasserbacterien selten anzutreffen waren.

Nach der Infection des Wassers wurden nun sofort 4 Hühner, die 1 Tag lang gefastet hatten, mit dem Wasser getränkt und

ihr Futter, Weizen und Brod, damit imbibirt. Nach Verlauf von 14 Stunden, also am 28. Mai um 7 1/2 Uhr morgens, stellte ich 3 weitere Hennen ein und fütterte diese 7 Thiere bis zum 29. Juni, also einen ganzen Monat lang, mit dem täglich ein- bis zweimal frisch entnommenen inficirten Brunnenwasser. Die Thiere blieben sämmtlich gesund und wurden nach dem Versuch vom Laboratoriumsdiener gegessen. Ein 8. Thier, das am 29. Mai eingestellt wurde, behandelte ich in der gleichen Weise, nur wurde dem Brunnenwasser immer soviel Soda zugesetzt, dass es eben alkalisch reagirte, ähnlich wie die Nährbouillon alkalisch gemacht wird. Dieses Huhn starb in der Nacht vom 12. auf den 13. Juni, und zwar an echter Hühnercholera, wie die Section und die Culturversuche mit dem Organsafte ergaben; gleichzeitig fand ich massenhafte tuberkelähnliche Knötchen in Leber, Milz und Peritoneum und ein deutlich erkennbares Darmgeschwür, ein Umstand, der die Infection sicherlich erleichtert hatte. Leider fielen sämmtliche Culturversuche mit dem Inhalt der Knötchen, selbst die auf Glycerinagar und Blutserum, negativ aus, so dass ich über die Natur der Erkrankung der Unterleibsorgane nicht in's Klare kam. Hier möchte ich noch anfügen, dass Henne IV während der Fütterung den sog. Zipf acquirirte, von dem sie aber nach sieben Tagen ohne weitere Therapie genas.

Selbstverständlich unterliess ich es nicht, durch Injection in den Pectoralmuskel von Tauben die Infectiosität des Wassers zu controliren, ähnlich wie beim zweiten Versuch. Ich erhielt eine gewaltige Totenliste; die folgende Tabelle gibt die Resultate:

Datum	Laufende Nummer des Thiers	Menge des injicirt. Wassers in ccm	Injectionszeit in Stunden nach der Brunnen-Infect.	Lebensdauer nach der Injection in Stunden
27. V.	I	0,5	0	16
28. V.	II	0,5	16	26
29. V.	III	0,5	42	110
30. V.	IV	1,0	64	15
31. V.	V	1,0	87	16
1. VI.	VI	1,0	112	15
2. VI.	VII	1,0	134	25
3. VI.	VIII	1,0	159	16
4. VI.	IX	1,0	183	16

Datum	Laufende Nummer des Thiers	Menge des injicirt. Wassers in ccm	Injectionszeit in Stunden nach der Brunnen-Infect.	Lebensdauer nach der Injection in Stunden
5. VI.	Xa	0,75	206	17
»	Xb	0,25	206	176
6. VI.	XII	1,0	230	17
7. VI.	XIII	1,0	264	18
8. VI.	XIVa	0,75	289	18
»	XIVb	0,50	289	20
9. VI.	XVI	0,25	303	27
10. VI.	XVII	0,50	326	21
11. VI.	XVIIIa	0,25	352	—
»	XVIIIb	0,125	352	—
12. VI.	XXa	0,375	376	45
»	XXb	0,5	376	29
13. VI.	XXIIa	0,625	402	—
»	XXIIb	0,750	402	—
14. VI.	XXIVa	0,8	423	61
»	XXIVb	1,2	423	30
15. VI.	XXVI	1,0	471	27
16. VI.	XXVII	1,0	498	94
17. VI.	XXVIII	1,0	521	—
18. VI.	XXIXa	1,2	543	28
»	XXIXb	1,5	543	24
19. VI.	XXXIa	1,2	567	—
»	XXXIb	1,5	567	—
20. VI.	XXXIIIa	1,2	591	—
»	XXXIIIb	1,5	591	—
21. VI.	XXXV	2,0	615	—
22. VI.	XXXVI	4,0	638	—
23. VI.	XXXVII	6,0	662	—
24. VI.	XXXVIII	8,0	686	—
25. VI.	XXXIX	10,0	710	—
26. VI.	XXXX	12,0	734	—

Man erkennt, dass das Wasser in sehr hohem Maasse virulent war, und seine Infectiosität erst am 11./VI., also nach ca. 350 Stunden in geringem Grade abzunehmen begann. Deutlicher wird diese Abnahme schon nach 400 Stunden. Vom 19./VI. ab, also 567 Stunden nach der Brunneninfection, gelang es mir nicht mehr, ein Thier durch Injection zu töten.

Der Grund dieser lange andauernden Virulenz kann schwerlich in den thermischen Verhältnissen gesucht werden, da auch beim zweiten Versuch nahezu dieselbe Wassertemperatur zur

Beobachtung kam. (Der Unterschied betrug einige Zehntel Grade). Die Ursache kann nun entweder der grösseren Anzahl der eingesetzten Bacillen, der grösseren Verunreinigung des Wassers, dem Mangel an Wurzelwerk in demselben, oder vielleicht dem Ammoniakgehalt zugeschrieben werden. Eine specielle Entscheidung ist unmöglich.

Ein besonderes Augenmerk richtete ich bei diesem Versuch auf die mit der Zeit sich ergebende Aenderung in der Anzahl der Bacterien, welche in 1 ccm des Brunnenwassers jeweilig enthalten waren. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

27. V.	Gleich nach der Infection	166,300	(401)
31. V.		264,000	(3190)
5. VI.		191,350	(7920)
7. VI.	Das Wasser ist stark gelblich gefärbt	220,900	(10450)
9. VI.		162,400	(21000)
11. VI.	Das Wasser wird trübe .	269,500	(38000)
13. VI.	Das Wasser riecht ekelhaft; kein Schwefelwasserstoff	264,800	(41800)
15. VI.		323,000	(40900)
17. VI.	Cyclopiden im Wasser . .	229,400	(33700)
19. VI.	Sehr zahlreiche Cyclopiden und Wasserflöhe . . .	66,280	(7400)
23. VI.		24,500	(4150)
1. VII.	Cyclopiden in Menge, jedoch sämmtlich todt .	8,230	(1928)

Die Zahl der zu grossen von H.-Ch. deutlich unterscheidbaren Colonien auswachsenden und verflüssigenden Bacterien ist aufgerundet nebenbei in Klammern bemerkt, um einen Maassstab für die Vermehrung der Wasserbacterien zu gewähren. Das ist jedoch nur ein relatives Maass, kein absolutes, weil ja auch viele Wasserbacterien auf Gelatine ähnlich wie die H.-Ch.-B. wachsen.

Bei der ersten Zählung vom 27./V. erreichte ich die berechnete Zahl 300000 nicht im entferntesten. Auch die nun folgenden schwanken sehr bedeutend; doch kann eine entschiedene Zunahme des Bacteriengehalts bis zum 15. Juni mit Gewissheit angenommen werden. Bemerkenswerth ist, dass das Wasser allmählich sich trübte und vom 13./VI. an einen an Intensität

beständig zunehmenden aashaften Geruch annahm, ohne dass Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden konnte. Das Auffallendste war nun, dass vom 15. Juni an sich Wasserkrebse, Wasserflöhe etc. und mir unbekannte Protozoen zu entwickeln begannen. Die Cyclopiden zählte ich; ich fand im Liter:

am	15./VI.	2	Cyclopiden
„	16./VI.	8	„
„	17./VI.	6	„
„	19./VI.	128	„
„	21./VI.	107	„
„	23./VI.	146	„
„	26./VI.	35	„
„	1./VII.	0	„

Vom 19.—23. Juni war ihre Zahl also am höchsten (wahrscheinlich auch die Zahl der Wasserflöhe). Genau mit dieser starken Entwickelung der Crustaceen fällt die starke Verminderung des Bacillengehaltes zusammen. Dieses Zusammentreffen kann kein zufälliges sein; entweder verzehren die Cyclopiden die Bacillen, oder sie nehmen die Nährstoffe im Wasser an sich und bedingen so indirect die Abnahme der Bacterien.

Vom 1. Juli ab fand ich im Wasser nur mehr todte Cyclopiden. Es wird demnach wahrscheinlicher, dass sich diese Thiere von den Bacterien nähren und mit dem Seltenerwerden der letzteren an Nahrungsmangel absterben.

Am 17. Juni unternahm ich eine chemische Analyse des Wassers. Ich fand den Gehalt an Ammoniak bedeutend; Schwefelwasserstoff, Salpetersäure waren nicht nachweisbar; salpetrige Säure war in Spuren vorhanden. Im Liter constatirte ich 13,59 mg Chlor und zur Oxydation der darin enthaltenen organischen Substanz waren 7,232 mg Sauerstoff nöthig.

Aus den bisherigen Versuchen entnehme ich vor allem, dass es unbedingt möglich ist, einen Brunnen mit Bacterien zu inficiren, wenn nur die Masse der letzteren gross genug ist. Die Jahreszeit kommt dabei wenig in Betracht; denn die ersten drei Versuche waren so ziemlich bei der tiefsten Brunnenwassertemperatur angestellt worden, die überhaupt im Jahre vorkommt.

Die Virulenz des inficirten Brunnenwassers scheint umso länger zu währen, je grösser die Anzahl der eingeführten Bacillen ist, und ebenso abhängig zu sein von der Masse des Nährmaterials, welches entweder schon im Wasser vorhanden war oder mit den Bacillen eingeführt wurde. Die Wahrscheinlichkeit, dass Hühner durch Fütterung mit inficirtem Brunnenwasser der H.-Ch. verfallen können, wird durch den dritten Versuch noch geringer gemacht, sofern natürliche Verhältnisse in Frage kommen. Wie wichtig aber die Erhaltung der normalen Acidität des Magensaftes ist, geht daraus hervor, dass ein Thier an H.-Ch. starb, welches mit dem künstlich alkalisch gemachten inficirten Brunnenwasser gefüttert wurde.

Mit einigem Rechte darf auch geschlossen werden, dass die Wasserinsekten als Feinde der Bacterien aufzufassen sind, indem sie dieselben verzehren oder zum Absterben bringen.

Mit einer immerhin nennenswerthen Wahrscheinlichkeit kann ich schon an dieser Stelle die Behauptung eine begründete heissen, dass ein mit H.-Ch. ad maximum inficirter Brunnen kaum länger als 2 bis 3 Wochen infectionskräftig bleibt, und dass das eingeführte Nährmaterial in erster Linie den bereits vorhandenen Wasserbacterien zu gute kommt, wie ich durch die Zählung der zu grossen Colonien auswachsenden und verflüssigenden Bacterien dargethan zu haben glaube.

IV. Versuch.

Inficirung eines Brunnens in der Akademie der Wissenschaften (neben dem zoologischen Hörsaal).

Wenn ich bisher zur Brunneninfection stets Bouillonculturen in Anwendung brachte, so geschah dies in der Absicht, die natürlichen Verhältnisse soviel als nur möglich zu überbieten, wenigstens was Zahl und Virulenz der Bacillen anlangt.

Nun lag es aber nahe, unter Verzichtleistung auf die grösstmögliche Quantität der eingeführten Bacillen das mit diesen zugleich eingebrachte Nährmaterial entweder zu reduciren oder zu verändern. Mit dieser Absicht wurden die nun folgenden Versuche unternommen.

Zunächst kam ich auf den Gedanken, das Nährmaterial, soweit dies überhaupt möglich ist, von den Bacterien zu trennen und nur mit den letzteren allein zu arbeiten. Jede mit H.-Ch. inficirte Bouilloncultur beginnt nach einigen Tagen zu sedimentiren und sedimentirt umso länger, je grösser ihre Quantität ist, d. h. je mehr sie den Bacterien Nährmaterial bieten kann. So können z. B. Proben mit 10 ccm Bouillon schon nach vier Tagen vollkommen sedimentirt haben. Das Sediment besteht aus zusammengeballten Bacterienhaufen, die in wolkiger Schichte den Boden des Gefässes einnehmen. Das Sediment bleibt virulent, solange dasselbe beim Schütteln der Flüssigkeit letztere noch gleichmässig zu trüben im Stande ist und diese Trübung einige Zeit anhält.

Diesem Umstand Rechnung tragend inficirte ich am 5./VII. 8 Uhr morgens 5000 ccm Nährbouillon mit H.-Ch. und stellte sie bei 35° C. in den Thermostaten. Bis zum 8./VII. bemerkte ich eine stets zunehmende Trübung der Flüssigkeit; erst am Abende des 8./VII. konnte ich die ersten Spuren von Sedimentirung wahrnehmen. Von da ab wurde die Sedimentschicht von Tag zu Tag mächtiger, während gleichzeitig die Trübung abnahm. Dieser Process dauerte bis zum 20./VII. an, an welchem Tage die Trübung der Flüssigkeit eben noch zu erkennen war und das Sediment in leichtflockigen Massen als eine fast 1 cm hohe Schicht auf dem Boden der 5 Literflaschen lag. Anfangs war der Bodensatz täglich aufgeschüttelt worden, vom 18./VII. jedoch nicht mehr, um die Trennung von der Flüssigkeit gründlicher vollführen zu können.

Am 20./VII. Vormittags 11 Uhr wurde nun die klare Bouillon oberhalb des Sedimentes sorgfältigst abpipettirt. Die Menge des restirenden Sedimentes, welches in einen Messcylinder verbracht wurde, betrug 462 ccm, und diese setzten nach einstündigem Stehen nochmals 328 ccm Bouillon ab, die ebenfalls abgehoben wurde.

Dem Reste — 134 ccm — wurde nun 1 l sterilisirten Wassers von 30° C. zugegossen; als nach 5 Stunden die Trennung zwischen Sediment und Flüssigkeit eine vollständige geworden war, wurden von dem obenstehenden Wasser 700 ccm abgehoben, worauf der

Rückstand als reines Bacteriensediment ohne bemerkenswerthen Gehalt an flüssigem Nährmaterial oder Zersetzungsproducten angesehen werden konnte.

Dieses gewaschene Sediment war das Infectionsmaterial für den vierten Versuch. Ich durfte dabei hoffen, dem Brunnen so gut wie kein Nährmaterial zuzuführen, und in gleicher Weise von den Zersetzungsproducten nur die unlöslichen und schwer löslichen nicht entfernt zu haben.

Der in Aussicht genommene Brunnen stand im Hofe der Akademie der Wissenschaften, an der südlichen Seite des zoologischen Hörsaales. Derselbe war im Querschnitt cylindrisch und hatte 96 cm Durchmesser; die Tiefe der Wassersäule betrug 80 cm. Mithin belief sich der momentane Wassergehalt des Brunnens auf 579 l.

Die bacteriologische Untersuchung des Wassers ergab am 6./VII. 4320 Bacillen pro ccm, am 14./VII. nach einem starken Regenguss 1480, am 19./VII. 2030, am 20./VII. 2340 Keime.

Am 20. Juli abends 6 Uhr wurde zuerst die Temperatur des Brunnenwassers gemessen; sie belief sich auf 8,9 ° C. Gleichzeitig wurde das erhaltene Sediment in 5 l sterilisirten Wassers von 30 ° C. verrührt und nach längerem Schütteln in den Brunnen hinabgegossen. Das Wasser dieses Brunnens war schon vor dem Versuche ziemlich unrein; nach der Inficirung zeigte es keine Veränderung, weder in Farbe noch Geruch noch Geschmack.

Von dem inficirten Wasser wurde sofort eine Quantität entnommen und an 5 Hennen in der gewöhnlichen Weise verfüttert. Dies wurde täglich wiederholt bis zum 13. August. Die Thiere konnten in einer geräumigen Remise frei herumlaufen und zeigten niemals auch nur das leiseste Krankheitssymptom. Am 14. August wurden die Thiere, die ziemlich fett waren, abgestochen und gegessen. Culturen von ihrem Blute gingen nicht an, wie vorauszusehen war.

Die Injectionsversuche wurden diesmal nur jeden 2. Tag, dafür jedoch immer an drei Tauben mit verschiedenen Mengen des Brunnenwassers ausgeführt. Die Resultate stelle ich, wie bei den vorigen Versuchen, in eine Tabelle zusammen.

Datum	Nummer des Thieres	Injectionszeit in Stunden nach der Infection	Menge des injicirt. Wassers	Lebensdauer in Stunden
20. VII.	I	0	0,5	21
»	II	0	1,0	23 1/2
»	III	0	2,0	21
22. VII.	IV	48	1,0	26
»	V	48	2,0	40
»	VI	48	3,0	20
24. VII.	VII	94	1,0	51 1/2
»	VIII	94	2,0	40 3/4
»	IX	94	3,0	34 1/2
26. VII.	X	144	1,0	70 1/2
»	XI	144	2,0	32
»	XII	144	3,0	51
27. VII.	XIII	169	1,0	—
»	XIV	169	2,0	—
»	XV	169	3,0	—
28. VII.	XVI	193	4,0	—
»	XVII	193	6,0	—
»	XVIII	193	8,0	—

Daraus folgt als arithmetisches Mittel;

20. VII.	I—III	0	1,06	21,8
22. VII.	IV—VI	48	2,0	28,7
24. VII.	VII—IX	94	2,0	42,3
26. VII.	X—XII	144	2,0	51,2
27. VII.	XIII—XV	169	2,0	—
28. VII.	XVI—XVIII	193	6,0	—

Die reducirte Tabelle gewährt eine bessere Uebersicht. Man ersieht daraus, wie die Lebensdauer der injicirten Thiere wächst, je später das Wasser entnommen wurde. Nach 170 Stunden war das Wasser nicht mehr infectiös.

In Betreff der Virulenz des Kothes der gefütterten Thiere stellte ich am 21./VII. einen Versuch an.

Frisch entleerter Koth wurde mit Wasser aufgeschwemmt und filtrirt. Von dem schwach gelblich gefärbten Filtrat wurden einer Taube 2 ccm injicirt; das Thier starb nach 44 Stunden an H.-Ch. Die H.-Ch.-B. hatten also den Darm der mit dem injicirten Brunnenwasser gefütterten Henne passirt und waren virulent geblieben.

Ich hielt es von Interesse, das Wasser des Brunnens zu verschiedenen Zeiten chemisch zu untersuchen. Ammoniak, selpetrige Säure, Schwefelwasserstoff fanden sich nie. Dagegen war viel Salpetersäure vorhanden, nämlich am

16. Juli	115,648 mg N_2O_5	pro Liter		
21. »	117,340 »	»	»	»
3. August	79,160 »	»	»	»
29. »	77,348 »	»	»	»

Der Chlorgehalt war folgender:

16. Juli	43,205	mg	pro	Liter
21. » (abds.)	45,786	»	»	»
3. August	38,840	»	»	»
29. »	43,270	»	»	»

Die organische Substanz wurde mittels Kalium-Permanganat bestimmt. Der Sauerstoffverbrauch pro Liter war:

16. Juli	2,057 mg
21. »	9,911 »
3. August	13,471 »
29. »	15,0505 »

Der Verdampfungsrückstand betrug:

16. Juli	0,6192	g	pro	Liter
21. »	0,8064	»	»	»
3. August	0,8060	»	»	»
29. »	?	»	»	»

ferner der Glühverlust:

16. Juli	0,0593	g	pro	Liter
21. »	0,0697	»	»	»
3. August	0,0708	»	»	»
29. »	?	»	»	»

Die erhaltenen Zahlen bieten absolut nichts Bemerkenswerthes und stehen in gar keinem Verhältnis zur aufgewendeten Mühe. Wahrscheinlich wurden die grossen Schwankungen durch die Witterungsverhältnisse bedingt.

Es steht nämlich der betreffende Brunnen so ungünstig, dass das Regenwasser von der Umgegend her in die Brunnenstube

abläuft; natürlich werden auf diese Weise Bodenbestandtheile hineingeschwemmt, theils in Lösung, theils mechanisch. Auch hat der Brunnen weder Grand noch Ablauf und das Ausgepumpte fliesst wieder in die Brunnstube zurück.

Von einer Zählung der eingesetzten Bacillen musste ich diesmal Abstand nehmen, denn es war mir von vornherein klar, dass die zu einem Sediment zusammengeballten Bacterienmassen in der gewöhnlichen Weise nicht zu zählen waren, da eine mechanische Trennung derselben in Individuen nicht möglich ist. Doch unterliess ich es nicht, am 20./VII. den Bacteriengehalt der über dem Sediment stehenden Bouillonschicht zu bestimmen; ich fand 22,690000 Bacterien pro Cubikcentimeter. In dem zugegossenen Wasser, wovon 700 ccm wieder abgehoben wurden, zählte ich 1,640000 Bacillen im Cubikcentimeter. Diese Bestimmung war unbedingt nothwendig, weil sie mir den Beweis gab, dass durch die angewandte Procedur nur etwa 25 Millionen Bacterien Verlust auf den Cubikcentimeter fielen, mithin der weitaus grösste Theil der überhaupt vorhandenen Bacterien im Sediment anzutreffen war; bei günstigen thermischen Verhältnissen findet man ja im Cubikcentimeter inficirter Bouillon schon nach zwei Tagen etwa eine halbe Milliarde Bacillen, wie ich durch eine genaue Zählung mit Herrn Dr. Gabritschewsky nachweisen konnte.

Hieraus kann ich abnehmen, dass beim IV. Versuche die Anzahl der in den Brunnen überführten Bacillen absolut die grösste war gegenüber dem II. und III. Versuch. Wenn ich nun noch bedenke, dass auch die Temperatur von 9° C. bei diesem Versuche höher war als bei den Vorversuchen, somit den pathogenen Bacillen günstiger sein musste, so lässt sich der Schluss nicht von der Hand weisen, dass das mit den Bacillen eingeführte Nährmaterial von wesentlichem Einfluss auf die längere Dauer der Virulenz des inficirten Brunnenwassers sein muss, die beim II. Versuch 260 St., beim III. sogar 540 St., beim IV., wo die grösste Bacillenmasse zur Verwendung kam, nur 144 St. betrug.

V. Versuch.

Der Brunnen ist derselbe wie beim vierten Versuch.

Waren bisher bei sämmtlichen Brunneninfectionen künstlich gezüchtete, d. h. in künstlichen Nährmedien zur Entwickelung gebrachte Bacillen in Verwendung gekommen, so suchte ich nun nach einem Wege, mich von der Zucht in Bouillon vollständig zu emancipiren; denn ich konnte die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass das Wachsthum in Bouillon gewisse Veränderungen der Bacillen mit sich bringe, welche allenfalls für die Infectiosität des damit inficirten Brunnenwassers von Bedeutung sein konnten.

Zunächst dachte ich daran, Blutserum als Nährboden zu verwenden. Jedoch bräuchte man zu Massenculturen allzugrosse Quantitäten desselben, welche schwer zu beschaffen sind.

Eine Zeit lang wollte ich mich der sterilisirten Milch bedienen, aber es misslangen dabei sämmtliche Züchtungsversuche, vielleicht weil die Sterilisation der Milch eine ungenügende war.

Um nun die der Ausführung meines Gedankens entgegengesetzten Schwierigkeiten mit einem Schlage zu beseitigen und zugleich den denkbar besten natürlichen Nährboden, das Blut, anwenden zu können, gab ich die Idee, nur Reinculturen zur Infection zu benützen, ganz auf und entschloss mich, Blut und Organsaft an H.-Ch. verendeter Thiere zu benützen. Freilich leistete ich auf die Reincultur nur ungern Verzicht, um so mehr, als ich mir nicht verhehlen konnte, dass sich die kolossalen Zahlen, mit denen ich bisher gearbeitet, auf diese Weise nie erreichen liessen. Allein ich wollte unter allen Umständen eine Variation der Bedingungen eintreten lassen, damit jeder einzelne Versuch vor den andern etwas voraus habe, was ihn von den übrigen unterschiede, um ja in keine Einseitigkeit zu verfallen.

Vom IV. Versuch her hatte ich virulente Culturen, die wöchentlich übertragen worden waren. Als ich am 3. September zweien Tauben 0,25 und 0,5 ccm einer frisch bereiteten Bouilloncultur injicirte, starben diese nach 19 resp. 14 Stunden an H.-Ch. Ihr Blut verschaffte mir Culturen, welche sehr virulent waren, denn als ich am 9./IX. eine Taube damit fütterte, starb diese nach 29 Stunden an H.-Ch.

Von dieser Taube leiteten sich die Culturen ab, mit denen ich am 18./IX. vier kräftige, gesunde Hennen zu füttern begann. Die Hühner zeigten bis zum 24. keinerlei Krankheitssymptome, waren jedoch am 25./IV. alle todt. Ich brühte sie oberflächlich mit heissem Wasser, rupfte sie und wusch sie mit sterilisirtem Wasser ab. Nachdem ich ihnen die Haut abpräparirt hatte, zerlegte ich die Thiere, schnitt die sämmtlichen Organe nach Unterbindung der Hauptgefässstämme aus, ebenso die Muskeln, so dass nur mehr das Knochengerüste und die äussere Haut übrig blieb. Die weichen Massen wurden im Schneideapparat mehrmals verkleinert, der abfliessende Saft sorgfältig aufgefangen und Saft sowohl als zerschnittenes Fleisch und Eingeweide in einer grossen bedeckten Schale über Nacht auf Eis gestellt, da die einbrechende Dunkelheit ein Weiterarbeiten verbot. Am nächsten Tage (26./IX.) wurden die consistenteren Massen in ein Presstuch gewickelt und mittels der hydraulischen Presse bei einem sich allmählich bis auf 200 Atmosphären steigernden Drucke ausgepresst. Das im Tuch Zurückgebliebene wurde noch zweimal mit je 400 g sterilisirten Wassers angerührt und abermals durchgepresst.

Im ganzen erhielt ich auf diese Weise 1150 ccm Blutwasser. Dasselbe war von kirschbrauner Farbe und lief rothgelb von der Glaswand des Messcylinders ab.

Einer Taube injicirte ich 1 ccm dieses auf das 10000fache verdünnten Blutsaftes und das Thier starb nach 8½ Stunden an H.-Ch., was von der hochgradigen Virulenz des Saftes zeugt.

Der Brunnen, der zur Infection ausersehen war, ist derselbe wie beim IV. Versuch. Sein Inhalt betrug 581 l Wasser von 10,2 °C. Temperatur.

Am 26./IX. Abends 6 Uhr inficirte ich denselben, indem ich die 1150 ccm Blutsaft mit 5 l Wasser von 30 °C. verdünnte und das Gemisch vom Hausmeister des hyg. Institutes in meinem Beisein dicht über dem Wasserspiegel an verschiedenen Stellen eingiessen liess, worauf Alles noch tüchtig untereinandergerührt wurde.

Am 25./IX. betrug die Zahl der im Brunnen vorhandenen

Bacterien 12,230 pro ccm (Mittel aus fünf Zählungen). Der ausgepresste Blutsaft enthielt zufolge dreier Zählungen in 1 ccm

5,900000
5,740000 } Keime;
4,944000

davon entfielen auf solche, welche in Colonien auswuchsen, die der H.-Ch. ähnelten,

4,380000
4,440000
3,908000,

während die Zahl der Bacterien, deren Colonien sich von H.-Ch. deutlich unterscheiden,

1,520000
1,300000
1,036000

betrug. Die Mittelzahlen sind pro Cubikcentimeter des Saftes im Ganzen 5,528000 Keime, darunter H.-Ch. ähnliche 4,242700, von H.-Ch. verschiedene 1,285300.

Im Ganzen wurden in den Brunnen eingesetzt:

4,879060000 H.-Ch. ähnliche und
1,478111000 von H.-Ch. verschiedene

Bacterien.

Folglich trafen auf den Cubikcentimeter des inficirten Brunnenwassers:

a) schon vorhandene Keime	12230
b) eingesetzte gewöhnliche Keime	3072
	2573
	2055
c) eingesetzte H.-Ch. ähnliche Keime	8669
	8788
	7736

Demgemäss waren unmittelbar nach der Brunneninfection im Cubikcentimeter Wasser des Akademiebrunnens:

Gewöhnliche Bacterien 15130
H.-Ch.-Bacterien 8450,

rund 24000 Keime, wovon der dritte Theil H.-Ch.-B.

Mit diesem scheinbar sehr schwach inficirten Brunnenwasser fütterte ich vom 26./IX. abends bis zum 18./X. sechs Tauben, wie bei den Vorversuchen mit täglich frisch entnommenem Wasser. Keines der Thiere erkrankte oder starb, wie das auch nicht anders zu erwarten war.

Zu meinem Befremden erhielt ich bei den Injectionsversuchen an Tauben eine beträchtliche Reihe von Todesfällen durch H.-Ch., nämlich:

	Taube	ccm	Stunden n. d. Brunnen-Infection	Stunden b. z. Tode
26. IX.	Ia	1,0	0	14 3/4
»	Ib	0,5	0	17 1/4
27. IX.	III	0,5	16	19
28. IX.	IV	0,5	48	19 1/2
29. IX.	V	0,5	65 1/2	18 3/4
30. IX.	VI	0,1	90	38
1. X.	VII	0,2	117	36 1/2
2. X.	VIII	0,3	144 1/2	46 1/2
3. X.	IXa	0,5	168 1/2	32
»	IXb	1,0	168 1/2	22 1/2
4. X.	XI	1,0	192 1/2	30 3/4
5. X.	XII	1,0	216 1/4	26
6. X.	XIII	1,0	239	—
7. X.	XIV	1,5	261	—
8. X.	XV	2,0	287	—
9. X.	XVI	4,0	306	—
10. X.	XVII	8,0	329	—

Also erst nach ca. 220 Stunden konnte ich die Infectiosität des Brunnens als erloschen betrachten. Ich muss also nothgedrungen annehmen, dass die höhere Wassertemperatur oder die direct aus dem Blute entnommenen Bacillen die Schuld daran trugen, wenn nicht der verdünnte Blutsaft selbst vielleicht den pathogenen Bacillen so günstig war.

Die chemische Untersuchung des Wassers, die schon beim IV. Versuche durchgeführt wurde, ergab auch hier nichts Auffälliges. So lieferte die Chlorbestimmung pro Liter

am 26./IX. 39,5100 mg Chlor

am 27./IX. 43,2670 mg Chlor
„ 3./X. 42,9175 „ „
„ 8./X. 41,3445 „ „

Zur Oxydation der organischen Substanz war pro Liter Sauerstoff erforderlich:

am 26./X. 10,2986 mg
„ 27./X. 11,8267 „
„ 3./X. 10,9620 „
„ 8./X. 10,9676 „

Von weiteren Analysen nahm ich Abstand. Dagegen stellte ich am 7. October die Bacterienanzahl des Brunnens mit äusserster Sorgfalt fest. Ich erhielt bei einer Verdünnung des Wassers von 1 : 1000:

60,950
54,700
61,400

Keime, dagegen bei der Verdünnung von 1 : 100:

40,680
39,360
40,960 Keime.

Als Mittelzahlen kann ich 60000 oder 40000 annehmen, d. h. je nachdem ich der Verdünnung 1 : 100 oder 1 : 1000 mehr Glauben schenke. Eine Combination beider Resultate wäre in diesem Falle fehlerhaft wegen der verschiedenen Verdünnungsgrade; je stärker die Verdünnung, um so mehr Colonien erhält man auf der Zählplatte, wie ich bei meinen sämmtlichen Zählungen ausnahmslos in Erfahrung brachte.

Auf Grund des V. Versuches könnte man sich wohl zu der Ansicht verleitet fühlen, dass die im Thierkörper durch Vermehrung entstandenen Bacillen kräftiger und virulenter seien, als die auf künstlichen Nährböden gezüchteten. Einen weiteren Anhaltspunkt für diese Behauptung dürfte ich darin erblicken, dass die aus dem Thierkörper entnommenen Bacillen in Deckglaspräparaten sämmtlich etwas grösser zu sein scheinen, als bei Präparaten von Bouillonculturen. Der Grund für diese Erscheinung könnte vielleicht darin gesucht werden, dass im Blute die Bacillen entweder

verhindert werden, sich zusammenzuballen, oder vermöge einer grösseren Agilität oder Bewegungsenergie sich sofort nach der Theilung von der Mutterzelle abtrennen. Die wolkige Trübung einer mit H.-Ch. inficirten Bouillon beim Schütteln ist der Ausdruck einer ungleichmässigen Entwickelung. Wären die dem blossen Auge nicht sichtbaren Bacterien in Individuen gleichmässig in der Bouillon vertheilt, so könnte eine wolkige Trübung niemals eintreten; die Wolken sprechen für trübe Bacillenhaufen, die in klarer Bouillon schweben. Entnimmt man einer solchen Bouillon sorgfältig ohne Quetschen und Drücken eine Probe und lässt diese am Objectträger antrocknen, so sieht man, dass die Bacillen in Scheiben angeordnet sind, zwischen denen freilich auch vereinzelte Bacillen sich befinden. Die Kugelbildung ist aber für die Bacterien selbst nicht günstig, da nur die an der Oberfläche der Kugel befindlichen Keime Nahrung bekommen und selbst diese nur von der einen Seite her. Im Blute wird diese Kugelbildung nicht angetroffen.

VI. Versuch.

Hatte ich die Brunneninfection beim V. Versuch durch das ausgepresste Blut an H.-Ch. verendeter Thiere bewerkstelligt, so benützte ich für den VI. Versuch den Koth von inficirten Thieren, sowohl den während der Krankheit entleerten, als den bei der Section aus dem Darme entnommenen.

Es wurden zu diesem Behufe vom 22./X. an fünf Hühner mit virulenten Culturen gefüttert, welche am 28./X. und 29./X. starben; ihre sämmtlichen Excremente bewahrte ich sorgfältig auf. Dazu kam der Koth einer Anzahl von Tauben, welche beim V. Versuche gestorben waren. Endlich impfte ich am 2./XI. noch vier Hennen mit H.-Ch., die am 4./XI, starben. Der Koth von all' diesen Thieren war gesammelt worden. Ich rührte ihn mit 15 l Wasser von 30 ° C. an und verrieb die gröberen Partien mit dem Sand, der in die Thierkäfige gestreut worden war und gewiss auch seinerseits H.-Ch.-B. enthielt.

Für diesen Versuch war ein zweiter Brunnen in der kgl. Akademie der Wissenschaften ausersehen, der neben der

Post sich befindet. Der Wassergehalt der Brunnstube belief sich auf 928 l und war die Wassertemperatur am 4./XI. 10,1 ° C.

Am 4./XI. abends 5 Uhr wurde aus einem grossen Kruge, der mit 15 l Wasser angerührte Koth von oben her eingeschüttet und die Mischung dadurch vollzogen, dass über 100 l aus dem Brunnen durch Pumpen entleert und hierauf wieder in die Brunnstube zurückgeschüttet wurden. Das Wasser erschien nach der Infection durch die feinen suspendirten Sandtheilchen gleichmässig milchig getrübt, bot aber sonst keine besonderen Erscheinungen. Am 9./XI. war von der Trübung nicht mehr viel zu bemerken, doch setzte auch da noch das in eine Flasche verbrachte Wasser eine deutlich wahrnehmbare Sandschicht ab.

Mit dem unmittelbar nach der Infection entnommenen Wasser wurden sechs Tauben getränkt und dasselbe während einer Zeit von 14 Tagen täglich mehrmals wiederholt. Es erkrankte keines dieser Thiere.

Auch hier veranstaltete ich Injectionsversuche; die fast negativen Resultate sind in Folgendem zusammengestellt.

4. XI.	I	0,1	—
»	II	0,5	—
»	III	1,0	—
5. XI.	IV	1,0	—
»	V	2,0	—
»	VI	4,0	—
»	VII	12,0	37
6. X.	VIII	2,0	—
»	IX	6,0	—
»	X	12,0	—

Es starb also nur ein Thier und dieses erst nach 1 ½ Tagen trotz der grossen Menge des injicirten Wassers.

Ein derartiger Erfolg musste mich sehr überraschen, denn die Virulenz des Kothes der an H.-Ch. gestorbenen Thiere ist eine hochgradige; ich habe mich selbst davon mehrmals durch Injectionsversuche überzeugt. Wodurch wurde nun dieses Ergebnis hervorgerufen?

Eine nur einigermaassen begründete Erklärung vermag ich nicht zu geben. Doch sind vielleicht die folgenden Momente nicht ganz ohne Einfluss.

Erstlich sind im Koth nicht viele wasserlösliche Bestandtheile enthalten, und es wäre leicht möglich, dass die Bacillen in ihrer Hauptmasse in Bröckelchen eingeschlossen blieben, die entweder nach dem Eingiessen des Kothes in den Brunnen gleich zu Boden sanken, oder an die Oberfläche des Wassers kamen und dort schwammen, entsprechend dem specifischen Gewicht. Die Pumpe entnimmt aber das Wasser weder von der Oberfläche noch vom Grunde, wenn sie nicht übermässig lange Zeit in Thätigkeit ist.

Ferners kann angeführt werden, dass der Koth nicht intensiv genug mit Wasser angerührt worden war. Gerade diesem Umstand messe ich besondere Bedeutung zu; denn als ich eine ganz geringe Menge des zur Verwendung bestimmten Kothes in einer Reibschale mit 20 ccm Brunnenwassers verrieben hatte und hierauf filtrirte, war das filtrirte Wasser so infectiös, dass eine Taube, der ich 1/10 ccm davon injicirte, nach nicht ganz 26 Stunden an H.-Ch. starb.

Schliesslich dürfte auch die beigemischte Sandmasse nicht ohne Einfluss gewesen sein. Die Bacillen haben das Bestreben, sich um feste Partikel innerhalb einer Flüssigkeit zu legen, und mit diesen zu sinken oder zu steigen, je nach dem spec. Gewicht dieser Partikel. So kann es leicht sein, dass der sedimentirende Sand den grössten Theil der Bacterien zu Boden gerissen hat.

Nach alledem scheint mir der VI. Versuch einer Wiederholung zu bedürfen. Dabei müsste der Koth vom Sand thunlichst befreit und mit Wasser von ca. 30 ° C. tüchtig verrieben, nicht bloss angerührt werden. An der Ausführung dieses Vorhabens hinderte mich die vorgerückte Jahreszeit.[1])

Schlussfolgerungen zu den Versuchs-Ergebnissen.

1. Es ist unbedingt möglich, einen Brunnen durch Eingiessen von Bouillonculturen mit H.-Ch. zu inficiren.

---

1) Im November kommenden Jahres werde ich diesen Versuch wiederholen und von demselben Bericht erstatten.

2. Die Infectiosität des Wassers in diesem Falle ist durch Injection selbst geringer Mengen des Wassers leicht und sicher nachzuweisen; diesen Nachweis durch Verfütterung des Wassers an Thiere zu liefern, ist äusserst schwierig und gelingt nur dann, wenn das Wasser durch künstliche Alkalisirung den sauren Magensaft neutralisirt.

3. Die Möglichkeit, mittels natürlichem, mit H.-Ch. inficirten Wasser durch Verfütterung bei Hühnern und Tauben H.-Ch. hervorzurufen, ist eine problematische, und könnte nur dann gegeben sein, wenn Bacillenmassen in Anwendung kommen, die weitaus grösser sind, als dass sie in der Natur erreicht werden könnten.

4. Je höher die Temperatur und je bedeutender der Gehalt an organischer Substanz eines Brunnenwassers ist, um so länger vermögen pathogene Bacterien, die in Massen in den Brunnen eingesetzt sind, ihre Virulenz zu bewahren.

5. Bei der künstlichen Infection von Brunnenwasser mit H.-Ch. treten die autochthonen Wasserbacterien als Feinde der pathogenen Bacterien auf, weil sie in ihrem ureigenen Element im Kampfe um's Dasein als die stärkeren obsiegen müssen.

6. Sind in einen Brunnen starke Bacillenmassen gelangt, so können dieselben durch Wasserinsekten (Cyklopiden und Wasserflöhe), ferner durch Parametien in überraschend kurzer Zeit vernichtet werden.

7. Lebende Pflanzentheile innerhalb des Wassers haben das Bestreben, das Wasser von Bacterien rein zu erhalten.

8. Die direct aus dem Blute entnommenen Bacterien sind virulenter als die in Bouillon oder Gelatine gezüchteten.

9. Eine deutliche Vermehrung von pathogenen Bacterien im Brunnenwasser kann aus den sechs Versuchen nicht nachgewiesen werden, wohl aber ein vollständiges Verschwinden derselben in höchstens drei Wochen.

10. Virulenter Koth scheint bezüglich der H.-Ch. das wenigst günstigste Infectionsmaterial zu sein, sowohl inficirter Bouillon als auch insbesondere dem inficirten Organ- und Blutsaft gegenüber.

65. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte.

Nürnberg, 12. bis 16. September 1892.

Allgemeine Tagesordnung.

Sonntag, den 11. September, Abends 8 Uhr: Begrüssung in den oberen Räumen der »Gesellschaft Museum« (mit Damen).

Montag, den 12. September, Morgens 9 Uhr: I. Allgemeine Sitzung in der Turnhalle des Turnvereins. 1. Eröffnung der Versammlung; Begrüssungen und Ansprachen; Mittheilungen zur Geschäftsordnung. 2. Vortrag des Herrn Geh. Rath Professor Dr. His (Leipzig): Ueber den Aufbau unseres Nervensystems. 3. Vortrag des Herrn Geh. Rath Professor Dr. Pfeffer (Leipzig): Ueber Sensibilität der Pflanzen. 4. Vortrag des Herrn Geh. Rath Professor Dr. Hensen (Kiel): Mittheilungen einiger Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldtstiftung. Nachmittags 3 Uhr: Bildung und Eröffnung der Abtheilungen. Abends 8 Uhr: Gesellige Vereinigung in der »Restauration des Stadtparkes« (Einladung der Stadt Nürnberg).

Dienstag, den 13. September: Sitzungen der Abtheilungen. Nachmittags 2. Uhr: Ausflüge der verschiedenen Abtheilungen. a) nach Erlangen; b) nach der Krottenseer Höhle; c) nach der Hubirg bei Pommelsbrunn. Abends 8 Uhr: Zusammenkunft in den Räumen der »Gesellschaft Museum«.

Mittwoch, den 14. September, Morgens 9 Uhr: II. Allgemeine Sitzung in der Turnhalle. 1. Vortrag des Herrn Geh. Rath Professor Dr. von Helmholtz, Excellenz: Ueber dauernde Bewegungsformen und scheinbare Substanzen. 2. Vortrag des Herrn Professor Dr. Strümpell (Erlangen): Ueber die Alkoholfrage. 3. Vortrag des Herrn Professor Dr. Ziegler (Freiburg): Ueber das Wesen und die Bedeutung der Entzündung. 4. Geschäfts-Sitzung der Gesellschaft. Nachmittags 5 Uhr: Festmahl im »Gasthof zum Strauss«.

Donnerstag, den 15. September: Sitzungen der Abtheilungen. Abends 8 Uhr: Festball im »Gasthof zum Strauss«.

Freitag, den 16. September, Morgens 9 Uhr: III. Allgemeine Sitzung. 1. Vortrag des Herrn Professor Dr. Günther (München): Die vulkanischen Erscheinungen nach der physikalischen und geographischen Seite betrachtet. 2. Vortrag des Herrn Professor Dr. Hüppe (Prag): Ueber die Aetiologie der Infectionskrankheiten und ihre Beziehungen zur Entwicklung des Causalproblems. 3. Schluss der Versammlung. Nachmittags 3 Uhr: Besichtigung hervorragender Etablissements der specifischen Nürnberg-Fürther Industrie. Abends 8 Uhr: Gesellige Vereinigung im festlich beleuchteten Park der »Rosenaugesellschaft«.

Samstag, den 17. September, Morgens: Ausflug nach Rothenburg zum »Festspiel« daselbst.

23. Abtheilung: Hygiene und Medicinal-Polizei.

Einführender: Dr. Stich, Vorstand des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, Adlerstrasse 6.

Schriftführer: Physikatsassistent Dr. Goldschmidt, Weinmarkt 12.

Angemeldete Vorträge: 1. Landgerichtsarzt Dr. Demuth (Frankenthal): Ueber die bei der Ernährung des Menschen nöthige Eiweissmenge. — 2. Dr. Th. Weyl (Berlin): Ueber Müll-Verbrennung. — 3. Regierungsrath am kaiserl. Gesundheitsamt Dr. Ohlmüller (Berlin): Thema vorbehalten. — 4. Physikatsassistent Dr. Goldschmidt (Nürnberg): Ueber Milzbranderkrankungen bei Arbeitern der Pinsel-Industrie. — 5. Professor Dr. H. Buchner (München): Zur Immunitätsfrage. — 6. Dr. Nördlinger (Frankfurt a. M.): Ueber Saprol. — 7. Professor Dr. Emmerich (München): Ueber Immunisirung und Heilung vom Standpunkte der Immunproteintheorie. — 8. Professor Dr. Conrad Koch (Braunschweig): Ueber Entwicklung des Jugendspieles in Deutschland. — 9. Geheimrath Obermedicinalrath Dr. v. Kerschensteiner (München): Einige Bemerkungen zur Wohnungs-Hygiene. — 10. Landgerichtsarzt Dr. Wollner (Fürth): Ueber die Fürther Industriezweige und deren Schattenseiten: Quecksilber- und Silberbelege, Broncefabrikation, Spiegelglasschleiferei mit Facetierwerken. — 11. Ministerialrath a. D. Dr. Wasserfuhr (Berlin): Aerztliche Gesichtspunkte bei Errichtung einer Heil- und Pflegeanstalt für unbemittelte Brustkranke. — 12. Professor Dr. Rosenthal (Erlangen): Thema vorbehalten. — 13. Geh. Sanitätsrath Dr. Wallichs (Altona): Einiges über Todesfälle im Wochenbett. — 14. Professor Dr. Heller (Kiel): Ueber die Nothwendigkeit der gesetzlichen Einführung von Verwaltungs-Sektionen. — 15. Dr. Niederstadt (Hamburg): a) Ueber Wasserfilter und deren Leistungsfähigkeit. b) Ueber Verbrennung des Kehrichts und Abfalls der Städte. — 16. Professor Dr. Hüppe (Prag): Thema vorbehalten. — 17. Dr. Fischel (Prag): a) Zur Morphologie der Tuberkelbacillen mit Demonstrationen. b) Zur Aetiologie der Tuberkulose. — 18. Professor Dr. Renk (Halle): Thema vorbehalten.

24. Abtheilung: Gerichtliche Medicin.

Einführender: kgl. Landgerichtsarzt Dr. Hofmann, Fürtherstrasse 53.

Schriftführer; pr. Arzt Dr. Scheidemandel, Gostenhofer Hauptstrasse 61.

Angemeldete Vorträge: 1. Professor Dr. Seidel (Königsberg): Ueber Phosphorvergiftung. — 2. Professor Dr. Reubold, kgl. Landgerichtsarzt in Würzburg: Demonstration einer Serie von Schädelbrüchen. — 3. Dr. Leppmann, Arzt der kgl. Strafanstalt Moabit und der damit vereinigten Beobachtungsanstalt für geisteskranke Verbrecher in Berlin: Das Tätowiren in seiner criminalpsychologischen und criminalpraktischen Bedeutung. — 4. Professor Dr. Ungar (Bonn): Thema vorbehalten.

Beitrag zur Untersuchung auf Tuberkelbacillen.

Von

B. A. van Ketel.

(Aus dem hygienischen Laboratorium der Universität Amsterdam.)

Bei der Untersuchung von Sputum auf Tuberkelbacillen wurde ursprünglich in der Weise verfahren, dass der Auswurf auf flachen Platten oder Gefässen ausgebreitet und dann bestimmte Antheile hiervon zur mikroskopischen Untersuchung dienten. Dieses Verfahren liefert zweifellos bei genügender Uebung vielfach günstige Resultate; jedoch lässt sich nicht leugnen, dass demselben einige nicht unwichtige Uebelstände eigen sind, welche Anlass gaben, dass man mehr und mehr nach Methoden suchte, das zu untersuchende Sputum mehr homogen zu machen, die darin enthaltenen Tuberkelbacillen zur Sedimentirung zu bringen und dann das Sediment erst zur mikroskopischen Untersuchung zu verwenden.

In der jüngst erschienenen Arbeit von Czaplewski[1]) werden nacheinander verschiedene Verfahren besprochen, die man als Homogenisir- und Sedimentirmethoden bezeichnen kann, so die von Kühne[2]), von Biedert[3]), Mülhäuser[4]) und Wendriner[5]). An der gleichen Stelle werden noch einige kritische

1) Die Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen. 1891.

2) Centralblatt für Bacteriologie 1890, Nr. 10.

3) Berl. klin. Wochenschrift 1886, Nr. 42.

4) Deutsche medic. Wochenschrift 1891, Nr. 7.

5) Allgem. medic. Centralblatt 1889, Nr. 8.

Auseinandersetzungen von anderen Autoren, so von Weyl[1]) und Hammerschlag[2]) über die Wirkung von Natronhydrat auf Tuberkelbacillen erwähnt, während allerdings eine Behandlung des Sputums nach dem Verfahren von Kühne, Mülhäuser und Wendriner nicht weiter besprochen wird, welche Ammoniumcarbonat, Borax und Borsäurelösung verwenden, um das Sputum zu homogenisiren.

Selbstverständlich geschah die Auswahl dieser Stoffe nicht nach Willkür. Namentlich wurde dabei auch an eine antiseptische Wirkung der Zusätze, speciell der Borsäure gedacht, wodurch es einerseits möglich wurde, das Sputum längere Zeit zu bewahren, andererseits aber auch vielleicht eine Infectionsgefahr bei der Untersuchung und späterhin vermieden werden konnte. Indessen hat bekanntlich nach den Untersuchungen von Lazarus[3]) und nach den von Prof. Forster[4]) ausgeführten Versuchen Borax und Borsäure durchaus keine besonders hervorragenden bacterientödtenden Eigenschaften; selbst ziemlich starke Concentrationen von diesen Stoffen sind noch nicht im Stande, Wachsthum und Vermehrung vieler Bacterien zu verhindern. Ohne specielle Untersuchung lässt sich daher nicht sagen, dass selbst gesättigte Borax- oder Borsäurelösungen Tuberkelbacillen abzutödten im Stande sind.

Eine weitere Sedimentirmethode wurde nach dem Erscheinen des Czaplewski'schen Buches von Dahmen[5]) beschrieben, die — einfacher als das Kochen des Sputums mit Natronhydrat nach Biedert — darin besteht, dass das verdünnte Sputum zum Zwecke der Sedimentirung im Wasserbade erhitzt wird.

Will man sich ein Urtheil bilden über die Zweckmässigkeit der Sputum-Untersuchungen auf Tuberkelbacillen, so muss man sich klar machen, welche Anforderungen an die Methoden zu stellen sind. Nach meiner Meinung müssen die anzuwendenden

1) Deutsche medic. Wochenschrift 1891, Nr. 7.

2) Centralblatt für klin. Medic. 1891, Nr. 1.

3) Zeitschrift für Hygiene (1890) VIII. Bd. S. 207.

4) Werken v. h. Genootschap der Natuur-, Genees- en Heelkunde, 2e Serie Deel I, aflever. I, pag. 24, Januari 1891.

5) Münchener medicinische Wochenschrift Nr. 38, 1891.

Verfahren 1. einfach in der Ausführung und sicher in dem Ergebnisse sein, 2. sie dürfen keine Infectionsgefahr bei der Behandlung und Reinigung der gebrauchten Gefässe u. s. w. darbieten und 3. sie müssen ein helles mikroskopisches Bild liefern.

Die Methoden, die eine Erhitzung erfordern (Biedert, Dahmer), sind meines Erachtens nicht einfach genug. Ueber die Sicherheit der Ergebnisse bei ihrer Anwendung verweise ich auf später. Wohl werden hierbei die Sputa desinficirt; dagegen vermeiden die Sedimentirmethoden von Kühne und Wendriner nicht die Gefahr vor Infectionen, wenn nicht etwa bewiesen werden könnte, dass sich Tuberkelbacillen der Borsäure gegenüber anders verhalten als andere Bacterien. Es musste sich daher immer noch der Mühe lohnen, ein Verfahren aufzufinden, das den oben angeführten Anforderungen mehr entspräche.

Bei Versuchen, Tuberkelbacillen im Sputum durch Carbolsäure zu tödten, machte ich die Beobachtung, dass beim Schütteln von Sputum mit einem Carbolsäuregemenge von ungefähr 20 Proc. Gehalt an Acidum carbolicum eine milchartige Flüssigkeit entsteht, in welcher die unlöslichen Bestandtheile in sehr feiner Vertheilung schweben; dies wurde für mich der Ausgangspunkt für eine Behandlung des Sputums zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung, welche nach meiner Meinung allen den drei gestellten Anforderungen gerecht wird.

Die Ueberzeugung, dass dieselbe einen gewissen Vorzug vor den bisher beschriebenen Methoden verdient, insbesondere bei der Untersuchung von Sputum, das nicht etwa leicht erkennbare käsige Massen enthält, veranlasst mich, sie an dieser Stelle mit einigen controlirenden Versuchen, die unter der Leitung von Prof. Forster ausgeführt wurden, mitzutheilen, in der Hoffnung, dass sie von Anderen geprüft und günstig aufgenommen werde.

Die zu untersuchenden Sputa werden mit Wasser und Carbolsäure in einem Verhältnisse (worüber später näheres) gemischt, durch Schütteln vertheilt, mit Wasser verdünnt und nunmehr zum Besinken niedergestellt. Später werden von dem Niederschlage Antheile auf Deckgläschen ausgestrichen, getrocknet, die Deckglaspräparate durch die Flamme gezogen und hierauf mit

Aether (eventuell mit Aether-Alkohol oder Chloroform) abgespült und nunmehr gefärbt. Wenn es auch zweckmässig ist, hier nicht von den gebräuchlichen Farblösungen abzuweichen, so bemerke ich doch, dass es bei diesem Verfahren nicht einmal nöthig ist, Carbolfuchsin als Farblösung anzuwenden. Es scheinen nämlich die Tuberkelbacillen Carbolsäure aufzunehmen, denn es genügt schon die gewöhnliche wässrige 1%ige Fuchsinlösung (mit 10% Alkohol) um nach kurzer Erwärmung bereits die Tuberkelbacillen zu färben. Die Entfärbung wird hierbei wie bei der einfachen Ziehl-Neelsen-Methode mit Schwefelsäure und verdünntem Alkohol vorgenommen.

Obwohl es nach der letztgenannten Erfahrung deutlich genug sein dürfte, dass durch die Behandlung des Sputums mit Carbolsäure das Tinktions-Vermögen der Tuberkelbacillen nicht leidet, so haben wir es nicht unterlassen, um uns hiervon durch besondere Versuche zu überzeugen. Ein Sputum beispielsweise, das relativ arm an Tuberkelbacillen war, wurde gleichmässig auf der Reibplatte fein zerrieben, von der dünnflüssigen Masse je 2 ccm in Uhrschälchen gebracht und zu dem einen 2 ccm Wasser, zu dem andern 2 ccm einer 40%igen Carbolsäuremischung mit Wasser gebracht; beide Flüssigkeiten wurden nun gut umgerührt und von ihnen Deckglaspräparate angefertigt; in beiden Fällen fanden sich ungefähr die gleiche Anzahl von Tuberkelbacillen per Gesichtsfeld. Ich füge noch hinzu, dass in allen Fällen deutliche, helle Deckglaspräparate erhalten wurden, die sich namentlich von den nach der Dahmen'schen Weise gewonnenen Präparaten von gleichem Materiale zu ihrem Vortheile unterschieden.

Eine genauere Beschreibung der Technik der Methode folgt am Schlusse dieser Mittheilung. Ich möchte derselben einige Auseinandersetzungen über die Wirkung der Carbolsäure und über die Schärfe meines Verfahrens im Vergleiche zu den bekannten Sedimentirmethoden vorausschicken.

Es ist natürlich hier nicht der Platz um die Wirkung der Carbolsäure-Beimengung auf die verschiedenartigen Bestandtheile von Sputum überhaupt zu besprechen; ich beschränke mich darauf, drei derjenigen Eigenschaften des Carbols näher anzuweisen,

durch welche dieses ein passendes Hilfsmittel zur Untersuchung auf Tuberkelbacillen wird.

Zunächst erinnere ich daran, dass die Carbolsäure die zelligen Bestandtheile des Sputums verändert; durch sie werden beispielsweise in dem Sputum enthaltene, aneinander hängende Pflasterepithelzellen auseinander gerissen und theilweise zu feinen Körnchen vertheilt; sodann bildet die Carbolsäure mit den in dem Sputum anwesenden Eiweissstoffen und den schleimigen Bestandtheilen desselben unlösliche Stoffe in feinster Vertheilung, die erst nach längerer Zeit sich zu Boden senken; endlich werden die in dem Sputum enthaltenen Bacterien durch die concentrirte Carbolsäure, die in der Mischung gleichmässig vertheilt ist, baldigst abgetödtet. Das Sputum wird sonach desinficirt. Die feine Vertheilung erfolgt beim Schütteln in kürzester Frist, ist daher sehr einfach. Sie gestattet fernerhin, dass die Tuberkelbacillen nach dem Verdünnen ziemlich rasch besinken; wie ich später noch zeigen werde, geschieht dies in ausreichendem Maasse auch dann noch, wenn nur wenig Tuberkelbacillen anwesend sind. Die Methode ist daher nicht bloss einfach, sondern auch scharf. Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass eine einfache Behandlung der Sputa mit Carbolsäure in der Kälte sowohl dem Biedert'schen Verfahren als auch der Dahmen'schen Behandlung vorzuziehen ist, da bei diesen beiden die zu untersuchenden Flüssigkeiten vorerst einige Zeit erhitzt werden müssen. Indessen ist hierin noch nicht der einzige Vorzug gelegen.

Wenn man Sputapräparate, welche nach der Biedert'schen oder nach der Dahmen'schen Methode behandelt wurden, mikroskopisch untersucht, so sieht man in der Regel neben den gefundenen Tuberkelbacillen nur sehr wenig von anderen, durch die Contrastfärbung gefärbten Bacterien, die in dem ursprünglichen Sputum vorhanden waren. Wohl bleibt es natürlich stets die Hauptfrage, ob Tuberkelbacillen anwesend sind; aber die eben genannte Erfahrung lässt einerseits an die Möglichkeit denken, dass auch mehr oder weniger Tuberkelbacillen durch die Einwirkung von Alkali und der Erhitzung, wie ja von verschiedenen Seiten ausgesprochen worden ist, so vernichtet werden,

dass sie späterhin nicht mehr aufgefunden werden können; andererseits wird durch die Erhitzung ohne Alkali leicht ein dicker, voluminöser Niederschlag erzeugt, der nun schwer zu vertheilen ist; eventuell anwesende Tuberkelbacillen sind dann nur schwierig zu entdecken.

Diese beiden Umstände sind besonders von Bedeutung bei einem Sputum, das an sich schon wenig Tuberkelbacillen enthält.

Um nun zu erkennen, inwieweit sich hierin meine Carbolmethode von den genannten Sedimentirmethoden unterscheidet, habe ich eine Reihe von Untersuchungen ausgeführt, welche gleichzeitig Controlbestimmungen des Verfahrens überhaupt darstellen.

Einige vorläufige vergleichende Bestimmungen mit den drei Methoden wurden in folgender Weise gemacht.

Ich wog drei Portionen von je 15 g Sputum ab. Die eine Portion wurde nach Biedert, die zweite nach Dahmen, die dritte mit Carbolsäure behandelt, dann in die Sedimentirgläser gebracht und mit Wasser zu je 100 ccm aufgefüllt. Da hierbei gleich hohe Spitzgläser im gleichen Raume zur Sedimentirung aufgestellt wurden, so hatten die niedersinkenden Tuberkelbacillen den gleichen Weg zurückzulegen. Ein Unterschied in den Ergebnissen der Sedimentirung ist daher abhängig von der vorausgehenden Behandlung. Nach 48 stündigem ruhigen Stehen der Gläser wurde die über den Sedimenten stehende Flüssigkeit abgehebelt. In dem zurückgebliebenen Niederschlage wurde eine mit dem Finger von oben geschlossene Pipette bis in die tiefste Stelle des Spitzglases eingeführt und von hier aus gefüllt. Solcherweise wurden aus den 3 Gläsern je 0,8 ccm des Sedimentes auf ein Uhrschälchen gebracht und hier gut umgerührt.

Von dieser gleichmässig vertheilten Masse wurden mit einer Platinöse von bekanntem Fassungsvermögen je 2,4 mg auf runde Deckgläser von 15 mm Durchmesser gebracht, gut ausgebreitet und auf bekannte Weise nach der Ziehl-Neelsen'schen Methode gefärbt.

Zur mikroskopischen Beobachtung wurde gebraucht Objectiv J von Zeiss; in das Ocular 3 wurde ein Mikrometerscheibchen eingeführt, in welchem ein Quadrat von 0,5 mm in Gitterlinien

abgegrenzt war. Von jedem Niederschlage auf den 3 Uhrschälchen wurden je 4 Deckglaspräparate angefertigt und auf je 6 Gesichtsfeldern die Tuberkelbacillen gezählt, welche innerhalb des abgegrenzten Quadrates sich befanden.

Schon auf solche Weise behandelt gaben sich Unterschiede zu erkennen. Zur Verdeutlichung hiervon gebe ich für jede der drei bei 2 Sputa angewendeten Methoden das Minimum und das Maximum der Tuberkelbacillen, die auf je einem Quadrate der 6 Gesichtsfelder zu sehen waren.

Methode	1. Sputum		Sp. Gew.	2. Sputum		Sp. Gew.
	Min.	Max.		Min.	Max.	
Biedert	1	3	1,070	1	13	1,054
Dahmen	1	12	1,020	5	30	1,011
van Ketel	1	9	1,055	5	24	1,048

Zu diesen Bestimmungen waren, wie erwähnt, je 15 g Sputum gebraucht worden. Wenn nun statt dieser Menge von demselben Sputum nur 0,5 g angewendet würden, dann müsste nach der Dahmen'schen Methode etwa 1 Exemplar, nach den anderen Methoden noch weniger, per ½ qmm des Gesichtsfeldes aufgefunden werden.

Als ich in Wirklichkeit in dieser Weise je 0,5 g der Sputa behandelte, wurden für ½ qmm des Gesichtsfeldes Tuberkelbacillen gefunden:

Methode	Min.	Max.	Spec. Gew.
Biedert	0	4	1,033
Dahmen	4	12	0,998
van Ketel	3	10	1,017

Aus diesen vorläufigen Untersuchungen schon geht deutlich hervor, dass im gleichen Sputum mit der Carbolmethode mehr Tuberkelbacillen aufzufinden sind als mit der Biedert'schen, und dass sie der Dahmen'schen mindestens sehr nahe steht.

Dass die Behandlung von 0,5 g Sputum andere Zahlen ergab als man oberflächlich erwarten konnte, suchten wir anfänglich

zum Theile in dem Verhalten des spec. Gewichts der Sedimentirverdünnungen; wenigstens steht in der letzten Tabelle die Anzahl der gefundenen Tuberkelbacillen im umgekehrten Verhältnisse zu der Grösse des spec. Gewichts der Mischflüssigkeit. Es konnte der Grund aber noch darin gelegen sein, dass die angewendeten Sputumsorten vor der Behandlung nicht gleichmässig genug gemengt waren.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde daher eine grössere Masse (circa 70 g) Sputum, ähnlich der Weise, wie Amann[1]) angegeben hatte, auf einer mattgeschliffenen Glasplatte mit einem breiten flachgeschliffenen Glaspistill (einem Geräthe, das bekanntlich noch bisweilen zum Reiben der Oelfarben für die Kunstmalerei gebraucht wird) so lange feingerieben, bis eine vollkommen gleichmässige, dickliche Flüssigkeit erhalten wurde.

Von dieser homogenen Masse wurden zunächst mit einer Platinöse je 2,4 mg auf 5 runden Deckgläschen von 15 mm Durchmesser so ausgebreitet, dass die Deckgläser über ihre ganze Oberfläche hin gleichmässig bedeckt waren. Die Präparate wurden nun nach Ziehl-Neelsen's Methode gefärbt und sodann die Tuberkelbacillen bei jedem Präparat in 4 beliebigen Gesichtsfeldern mit Hilfe des beweglichen Objekttisches gezählt.

Es fanden sich so:

Anzahl der Tuberkelbacillen:

	Im Gesichtsfelde:				Summe:
Präparat I	2	1	2	2	7
» II	4	1	1	3	9
» III	0	4	3	1	8
» IV	3	3	4	0	10
» V	4	2	2	3	11
					45

In den 20 Gesichtsfeldern wurden sonach 45 Bacillen gezählt, im Mittel daher 2,25 Bacillen per Gesichtsfeld.

1) Die mikroskopische Sputum-Untersuchung. Davos 1891. S. 17.

Das von mir angewendete Objectiv J von Zeiss hat eine Oeffnung von 1,12 mm, so dass die Grösse des Sehfeldes auf 0,984709 qmm berechnet werden kann. Die angewendeten Deckgläser von 15 mm Durchschnitt haben eine Fläche von 176,625 qmm; es sind sonach in 2,4 mg Sputum, die auf dieser Fläche ausgebreitet waren, circa 404 Bacillen enthalten. In 1 g Sputum waren also 168 000 Tuberkelbacillen anwesend. Würde nun von dem gleichen Sputum 1 g mit 19 g Wasser oder einem tuberkelbacillenfreiem Sputum vermengt, so würden auf ein in obiger Weise bereitetes Deckglaspräparat 20,2 Bacillen und auf das gleiche Gesichtsfeld circa 0,112 Tuberkelbacillen treffen müssen.

Werden nun gleiche Mengen des so verdünnten Sputums nach den drei zu prüfenden Sedimentirmethoden behandelt, so ist diejenige als die schärfste zu bezeichnen, welche im Gesichtsfelde die grösste Zahl der Tuberkelbacillen erkennen lässt.

Mit derselben Sorgfalt, wie bei der früher vermeldeten Untersuchung, wurden von den solcherweise erhaltenen 3 Sedimenten und nach gleicher Sedimentirzeit gleich grosse Mengen auf Uhrschälchen gebracht, hier durch Umrühren gleichmässig vertheilt und dann die Deckglaspräparate in der beschriebenen Weise angefertigt. Von jedem Sedimente wurden 3 Präparate gemacht und bei jedem von diesen in 4 Gesichtsfeldern die Tuberkelbacillen gezählt. Die folgende Tabelle enthält sonach die Anzahl Tuberkelbacillen in je 12 Gesichtsfeldern und deren Vertheilung; vollständigkeitshalber habe ich das spec. Gewicht der verschiedenen Sedimentirflüssigkeiten hinzugefügt.

Anzahl der Tuberkelbacillen.

Methode	Spec. Gew.	In 1 Gesichtsfeld				In 4 Ges.-F.	
Biedert . . .	1,013	2	0	1	0	3	11
		2	0	1	2	5	
		1	0	1	1	3	
Dahmen . . .	0,995	4	2	2	5	13	49
		3	5	5	4	17	
		4	5	5	5	19	
van Ketel . .	1,029	5	4	3	7	19	60
		7	4	7	8	26	
		4	4	3	4	15	

Die Methode Biedert gestattet sonach in diesem Falle $^{11}/_{12} = 1$, die nach Dahmen $^{49}/_{12} = 4$ und meine $^{60}/_{12} = 5$ Bacillen per Gesichtsfeld aufzufinden. Die Schärfe der 3 Methoden steht also hier in einem Verhältnisse von 1 zu 4 zu 5 zu einander. Natürlich ist dieses Verhältnis nicht als ein feststehendes zu betrachten, da, um zu bestimmten Coefficienten zu kommen, viel mehr Beobachtungen nöthig sind; indessen ist nunmehr deutlich geworden, dass in der Schärfe des Ergebnisses die Carbolmethode die anderen übertreffen dürfte.

Dies geht noch bestimmter aus einer weiteren Versuchsreihe hervor. In dieser, die in gleicher Weise wie früher angeordnet war, wurde ein Sputum verwendet, das sehr arm an Tuberkelbacillen war. Das wie früher homogen gemachte Sputum enthielt hier nach einer direkten Untersuchung, bei der in 3 Präparaten je 10 Gesichtsfelder gezählt wurden, 21 Bacillen in 30 Gesichtsfeldern.

Je 0,5 g hiervon wurden mit 19,5 g Wasser verdünnt. Sonach hätte man zur Auffindung eines Exemplars von Tuberkelbacillen mindestens 30 Gesichtsfelder durchsuchen müssen. In den wie früher erhaltenen Sedimenten aber konnte in Wirklichkeit in 30 Gesichtsfeldern nach Biedert und nach Dahmen noch kein einziger Tuberkelbacill entdeckt werden, während in den Präparaten, die nach der Carbolmethode erhalten wurden, wohl in 23 Gesichtsfeldern keine, dagegen in 3 Gesichtsfeldern je 1 und in einem Gesichtsfelde 4 Tuberkelbacillen zu sehen waren.

So scharf hiernach unsere Methode sich erwies, so konnten wir doch aus dem Umstande, dass in vielen Gesichtsfeldern keine, in einem Gesichtsfelde dagegen mehrere Tuberkelbacillen gefunden werden, den Schluss ziehen, dass es möglich sei noch schärfere Resultate zu erhalten. Der Niederschlag, der erzeugt wird, ist in allen Fällen nicht unbeträchtlich und wird von verschiedenen Stoffen gebildet; es könnte sein, dass die in der carbolisirten Flüssigkeit anfänglich schwebenden Tuberkelbacillen rascher oder langsamer sich zu Boden senken als die übrigen sedimentirenden Substanzen. Bei der später zu beschreibenden Untersuchung von tuberkelhaltenden thierischen Organen glaubten

wir zu bemerken, dass die Tuberkelbacillen sich früher zu Boden senkten als die durch die Carbolsäure coagulirten Eiweissstoffe etc.

Bei der Bedeutung, die ein solches Verhalten der Tuberkelbacillen für die Untersuchung hat, unternahmen wir den nachstehenden Versuch.

2 g Sputum wurden nach der Carbolmethode behandelt. Die so erhaltene Flüssigkeit wurde in einem Trichter von circa 150 ccm Inhalt gegossen, dessen Hals etwa 10 mm unter dem Körper des Trichters in eine dünne Röhre von circa 30 mm Länge und 1 mm Weite im Lichten ausgezogen war; die capilläre Ausmündung dieses Trichters wurde mit einem Stückchen Wachs, das 1,5 mm tief eingedrückt war, abgeschlossen.

Nach 24 Stunden hatten sich die schwebenden Stoffe in dem Halse des Trichters angesammelt. Nun wurde durch die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit hindurch ein Glasstab, um dessen unteres Ende ein Ring von Kautschuk befestigt war, in die innere obere Oeffnung des Trichterhalses eingedrückt, dieser somit von dem Trichter abgeschlossen und aus dem letzteren die Verdünnungsflüssigkeit weggegossen. Durch vorsichtiges Drücken auf den Glasstab konnte nunmehr aus der ausgezogenen Mündung des Trichterhalses erst der kleine Wachspfropfen, sodann ein Tropfen des Niederschlages nach dem andern, in der Lage, wie der Niederschlag sich gebildet hatte, ausgedrückt und zur mikroskopischen Untersuchung verwendet werden. Dies geschah so, dass von jedem der aufeinander folgenden Tropfen mit einer Platinöse 2,4 mg auf ein Deckglas ausgebreitet wurden, während der Rest des Tropfens jeweilig mit Stückchen Filtrirpapier weggenommen wurde. Solcherweise wurden in unserem Versuche von 9 Tropfen Deckglaspräparate angefertigt und von diesen die Tuberkelbacillen in je 6 Gesichtsfeldern gezählt.

Das Resultat der Zählung ist in der Tabelle auf Seite 120 enthalten.

Der erste Tropfen enthält sonach die meisten, die darauf folgenden in einer beinahe regelmässig absinkenden Curve immer weniger und weniger Tuberkelbacillen.

Anzahl der Bacillen.

	In einem Gesichtsfelde						In 6 Ges.-F.
1. Deckglaspräparat	12	7	6	10	6	4	52
2. »	11	1	2	8	5	3	30
3. »	6	5	10	4	4	8	37
4. »	5	4	4	4	2	4	23
5. »	3	3	0	3	5	5	20
6. »	6	1	4	4	1	6	22
7. »	3	3	0	3	5	5	19
8. »	3	3	2	2	0	3	13
9. »	3	1	0	1	1	4	10

Wir sind mit Wahrnehmungen beschäftigt, um die Zeit zu bestimmen, in welcher in dem sich ansammelnden Niederschlage aus verschiedenem Untersuchungsmateriale zuerst Tuberkelbacillen auftreten, und in welcher die Ansammlung derselben vollendet ist, und würden uns freuen, wenn durch Andere gleiche Versuche ausgeführt würden.

Unsere Untersuchungsmethode haben wir begreiflicherweise auch angewendet, um Tuberkelbacillen in manchen anderen Substanzen aufzusuchen. So ist uns, um einige Beispiele anzuführen, zunächst der Nachweis von Tuberkelbacillen in thierischen Organen und Flüssigkeiten gelungen. Zur Anwendung der Methode werden die zu untersuchenden Weichtheile zerkleinert und in der Reibschale zu einem möglichst feinen Brei zerrieben. Von dem Brei werden mehr oder weniger grössere Antheile mit Wasser zu einer flüssigen Masse verdünnt und diese, nach wiederholtem Reiben und Zertheilen mit Carbolsäure, zur Entfernung der gröberen Bestandtheile durch ein Nesseltuch colirt und weiterhin wie Sputum behandelt.

Von einem Meerschweinchen, das an einer Impftuberkulose gestorben war, wurden 2 g von der Milz, in welcher kleine zum Theil verkäste Tuberkeln zu sehen waren, im Mörser zerrieben und sodann mit 15 g Wasser zu einer breiartigen Flüssigkeit umgerührt und hierauf nach der Carbolmethode behandelt.

In dem, im Spitzglase enthaltenen Sedimente, von welchem anfänglich mit der Platinöse beliebige Antheile zur mikroskopischen Untersuchung weggenommen wurden, fanden sich wohl in

jedem Deckglaspräparate Tuberkelbacillen, jedoch nur in kleiner Zahl; eine grössere Menge wurde aber gefunden, als mit einer Pipette aus den tiefsten Lagen des Sedimentes Antheile zur Untersuchung weggenommen wurden. Ein übereinstimmendes Resultat wurde erhalten, als Stückchen Leber von demselben Thiere auf gleiche Weise behandelt wurden.

Inwieweit es möglich ist die Carbolmethode zur Untersuchung von Staub, Schmutz oder Kehricht von verdächtigen Wohnungen, Hotelzimmern, Krankenzimmern, den Wänden und Tapeten in denselben u. s. w. mit Erfolg zuzupassen, darüber sind wir gleichfalls mit Untersuchungen beschäftigt, über die wir hoffen später berichten zu können.

Leicht war es, in dem Waschwasser eines Taschentuches, das von einer, an Tuberkulose leidenden Person gebraucht worden war, mit der Carbolmethode die Tuberkelbacillen nachzuweisen. Von dem erhaltenen Waschwasser, in welchem bei der directen mikroskopischen Untersuchung in mehreren Präparaten keine Tuberkelbacillen erkannt wurden, wurden 15 ccm mit der Carbolmethode behandelt; in dem Sedimente waren bereits nach zweistündigem Stehen in allen Deckglaspräparaten Tuberkelbacillen (beinahe in jedem Gesichtsfelde mindestens einer) zu sehen.

Besonders wichtig kommt uns die Anwendung dieser Methode vor, wenn es sich darum handelt, in Milch eventuell anwesende Tuberkelbacillen aufzuspüren, eine Untersuchung, die bekanntlich manche Schwierigkeiten darbietet. Allerdings verspricht die von Ilkewitsch[1]) angegebene Methode für diese Untersuchung sehr viel; allein da zu ihrer Ausführung eine Centrifuge erforderlich ist, so passt sie mehr für Laboratorien, nicht aber für viele Gelegenheiten in der Praxis, in welcher hinwiederum die ohne besondere Hilfsmittel ausführbare Carbolmethode leicht anzuwenden ist. Diese letztere eignet sich — und hierin steht sie der Untersuchungsweise von Ilkewitsch nahe — von Vorneherein deshalb gut, weil ja stets bedeutend grössere Mengen der Milch als etwa bei der directen mikroskopischen Untersuchung verwendet

1) Ilkewitsch, Münch. Medic. Wochenschrift 1892, Nr. 5, S. 69.

werden können. Wir haben eine Untersuchungsreihe begonnen mit der Absicht, die geringste Zahl der Tuberkelbacillen festzustellen, welche per Cubikcentimeter in der Milch von, der Perlsucht verdächtigen Kühen und in der Handelsmilch noch aufgespürt werden können. Ueber die Ergebnisse hiervon werden wir bei einer folgenden Gelegenheit berichten, da unsere Versuche bis jetzt nicht genügend weit fortgesetzt werden konnten; im Zusammenhange nämlich mit der jetzigen Jahreszeit werden im hiesigen Schlachthause, woher wir unser Untersuchungsmaterial vorzüglich zu beziehen haben, jetzt gerade nur wenige, Milch producirende Thiere angeführt und geschlachtet.

Um auch Andere, die sich für diese Frage interessiren, zu veranlassen, gleiche Untersuchungen zu führen, theilen wir einstweilen folgende Versuche mit, die wir zur vorläufigen Orientirung über die Empfindlichkeit unserer Methode bei solcher Anwendung ausgeführt hatten.

5 ccm Tuberkelbacillen haltiges Sputum wurden im Mörser mit 45 ccm Milch gemischt und die Flüssigkeit 3 Stunden ruhig stehen gelassen. Ohne zu rühren, wurden nun mit einer Pipette 15 ccm davon vorsichtig von der oberflächlichen Lage weggenommen, so dass keine Spur eines inzwischen entstandenen Niederschlages mit in die Pipette gelangte. Von dem Inhalte der Pipette weg wurden zunächst 5 Deckglaspräparate gemacht, von denen in 4 keine, in einem dagegen 2 Tuberkelbacillen gefunden werden konnten. Nun wurden die 15 ccm nach der Carbolmethode behandelt; in dem dabei bereits nach einer halben Stunde erhaltenen Sedimente konnten in jedem Präparate, in einzelnen bis zu 12 Tuberkelbacillen gefunden werden.

Zu einem zweiten Versuche wurde ein Sputum verwendet, in welchem zufolge der mikroskopischen Untersuchung, deren Ausführung ich früher beschrieben habe, ca. 149000 Tuberkelbacillen per Gramm enthalten waren. Von diesem fein zerriebenen Sputum wurden 5 g mit Milch zu 100 ccm angerührt und hiervon 2 ccm neuerdings mit 100 ccm Milch innig gemengt.

100 mg dieser Milch enthalten sonach 149 Tuberkelbacillen oder 1 Bacillus ist in 6,7 mg der Milch. Um diesen einen Bacillus

zu finden, müssen sonach, wenn man 1,2 mg Milch als eine für ein Deckglas günstige und leicht durchzusuchende Menge nimmt, ca. 6 Deckgläser durchgesehen werden. Man wird wohl kaum erwarten können, bei einer solchen Verdünnung noch ohne Weiteres Tuberkelbacillen in der Milch zu entdecken; thatsächlich konnten bereits in der oben angegebenen ersten (also 50mal geringeren) Verdünnung durch mich in ein paar Präparaten keine Tuberkelbacillen mikroskopisch aufgefunden werden[1]). Nun wurden 20 ccm der zweiten, stark verdünnten Milchprobe nach der Carbolmethode behandelt und von dem nach sechsstündigem Stehen erhaltenen Sedimente mit 1,2 mg mikroskopische Präparate angefertigt. Hier schon wurden in 7 Deckglaspräparaten 2 deutlich erkennbare Tuberkelbacillen gefunden.

Zum Schlusse geben wir eine kurze Beschreibung der Methode, wie dieselbe sich uns bisher am zweckmässigsten erwiesen hat. In einem weitmündigen Fläschchen von etwa 100 ccm Inhalt werden 10 ccm Wasser und 6 ccm Acid. carbolic. liquefactum gemengt; hierzu werden von den zu untersuchenden Flüssigkeiten 10 bis 15 ccm gefügt und das mit einem Kautschukstopfen geschlossene Fläschchen eine Minute lang stark geschüttelt. Bei Milch oder bei sehr dünnflüssigem Sputum werden direct 15 ccm in das leere Fläschchen gebracht und mit 6 ccm der Carbolsäure, ohne weitere Verdünnung, geschüttelt. Nach genügendem Schütteln, wobei eine milchartige Flüssigkeit entsteht, wird das Fläschchen mit Wasser angefüllt und noch einmal geschüttelt; die dünne Flüssigkeit wird nun sofort in ein Spitzglas übergegossen und zum Besinken ruhig stehen gelassen.

Von dem Sedimente, das sich allmählig bildet, werden, etwa nach 12 oder 24 Stunden, mit einer nicht zu eng ausgezogenen Glasröhre Antheile möglichst aus der tiefsten Lage aufgesogen und auf das Deckglas ausgebreitet.

Das getrocknete und gebratene Deckglaspräparat wird aus Gründen, die wir bei einer anderen Gelegenheit zu besprechen

1) Die trockenen Deckglaspräparate wurden hierbei vor dem Färben mit Aether-Alkohol behandelt und auch nach Lehmann's Angabe (Centralbl. für Bacteriologie 1892) gefärbt.

gedenken, in Aether oder Chloroform gespült und in Alkohol nachgewaschen oder es wird das Präparat sogleich in Aether-Alkohol (Hoffmann's Tropfen) ausgewaschen. Dies ist insbesondere nöthig, wenn das Präparat etwas dick ausgefallen ist. Die solcherweise behandelten Deckglaspräparate werden weiterhin nach der Ziehl-Neelsen'schen Methode gefärbt. Bemerkenswerth ist, wie bereits erwähnt, dass die Tuberkelbacillen nach der vorausgehenden Carbolbehandlung auch beim Erwärmen in wässriger Fuchsinlösung nach wenigen Minuten sich färben und dass diese Färbung dem Auswaschen mit Säuren widersteht.

Man kann die mikroskopische Untersuchung des Sediments auch schon vor der oben angegebenen Zeit beginnen. Indessen ist es dann, wenn in dem erstgebildeten Niederschlage keine Tuberkelbacillen gefunden werden, rathsam, späterhin nacheinander noch mehr Präparate anzufertigen.

Ueber die schädlichen Bestandtheile derjenigen Gummisachen, mit denen Kinder verschiedenen Alters in Berührung kommen.

Von

Alexander Bulowsky,

Student.

Aus dem hygienischen Institute der Kaiserl. Universität in Moskau.

(Im Auszuge mitgetheilt; die Originalarbeit wurde von der medicinischen Facultät mit der goldenen Medaille prämiirt).

Untersuchungen der Bestandtheile der Gummisachen sind in hygienischer Hinsicht nicht ohne Interesse, da es viele derartige Gegenstände gibt, mit denen die Kinder in dauernde Berührung kommen, so dass die Gesundheit der letzteren im Falle von giftigen Beimischungen leicht beeinträchtigt werden kann. Die diese Frage umfassende Literatur ist nicht gross; sie beschränkt sich im wesentlichen auf folgende Aufsätze: 1. »Ueber Zinkgehalt des vulkanisirten Kautschuks« von H. Eulenberg[1]). 2. »Zinkgehalt der Saughütchen der Kinder« von Patruban[2]). 3. »Ueber die Schädlichkeit mancher Gummigegenstände« von B. Tollens[3]). 4. »Ueber die Schädlichkeit der zinkoxydhaltigen Gummispielwaaren für die Gesundheit der Kinder« von Pincus[4]). 5. »Ueber

1) Beiträge zur exacten Forschung auf dem Gebiete der Sanitätspolizei 1861, 2. Heft, S. 2.

2) Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde 1881, Nr. 11.

3) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1876, IX, S. 1542.

4) Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und öffentl. Sanitätswesen 1881, N. F., XXXIV, S. 186 ff.

blei- und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände« von G. Wolffhügel[1]), wozu noch etliche kleinere Abhandlungen kommen, die wir zerstreut in verschiedenen technischen und hygienischen Journalen finden.

Wie bekannt, wird das Gummi vulkanisirt, d. h. mit Schwefel oder Schwefelmetallen bei gewisser Temperatur behandelt; hierdurch erlangt es eine bedeutende Elasticität, die es auch bei sehr niedrigen Temperaturen nicht mehr verliert. Es ist zu bemerken, dass bei dem Process der Vulkanisirung nur 2 bis 3 % des hierzu verwendeten Schwefels mit dem Gummi in chemische Verbindung treten; der übrige Schwefel wird aus demselben wieder extrahirt, doch bleiben immer noch ca. 3 % Schwefel mit dem Gummi mechanisch gebunden. Diese Menge ist, unserer Ansicht nach, viel zu klein, um schädlich auf die Gesundheit der Kinder einzuwirken. Wir finden zwar bei Ewald[2]) die Angabe, allerdings auch nur bei ihm allein, dass Saugepropfen aus vulkanisirtem Gummi durch Bildung von Schwefelwasserstoffgas schädlich einwirken und zu heftigen Diarrhöen Anlass geben können. Doch einerseits gibt es in der Literatur keine casuistischen Daten, welche diese Ansicht Ewald's bestätigen könnten, und andererseits widersprechen derselben unsere Versuche, die in ähnlicher Weise schon früher von Prof. Payen[3]) angestellt worden waren.

Erster Versuch. Schwarze und graue Saughütchen verschiedener Fabriken wurden einer siebentägigen Einwirkung von reinem wasserfreiem Aether unterworfen. Nach zwei Tagen waren sie aufgeschwollen, doch konnte man auch am siebenten Tage noch keine Spur von Schwefel auf ihrer Oberfläche entdecken. Wenn sie viel am Gummi mechanisch gebundenen Schwefel enthalten hätten, so hätte er sich infolge der Aetherbehandlung an der Oberfläche der Gummistücke in Krystallen abgelagert.

---

1) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1887, Bd. 2.

2) C. Ewald. Handb. der allgemeinen und speciellen Arzneiverordnungslehre 1. Aufl., 1887, S. 600.

2) Dingler's polytechnisches Journal 1852, Bd. 124, S. 133. (Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie 1852, S. 642.

Zweiter Versuch. Wir füllten schwarze und graue Saughütchen mit kleinen reinen Bleistückchen. Nach zwei Wochen konnten wir nicht constatiren, dass das Blei seine Farbe geändert hätte und schwärzer geworden sei.

Ausser Schwefel und Schwefelmetallen, die als Vulkanisirungsmittel dienen, werden dem Gummi nicht selten verschiedene Körper hinzugefügt, theils um die Gummimasse schwerer zu machen, theils um sie zu färben. Um also alle Bestandtheile des vulkanisirten Gummis kennen zu lernen, muss man ihn einer vollen Analyse unterwerfen. In der Literatur finden wir sehr wenig Analysen von Gummi und die vorhandenen sind nicht vollständig. So fanden Hasenclever[1]) in Gummiwaaren 40—50 % mineralischer Bestandtheile, Börnstein[2]) 80 %, Heinzerling[3]) in Saughütchen 10—15 % Blei, Dragendorff[4]) 40—60 % Zinkoxyd. Apotheker Richter[5]) untersuchte im Auftrage von H. Eulenberg Saughütchen und fand in einer Sorte 20,35 % Zinkoxyd, 4,98 % kieselsaure Thonerde und Spuren von Eisenoxyd, Manganoxyd und Kalk; in einer zweiten Sorte 19,55 % Zinkoxyd, 14,43 % schwefelsäuren Baryt und 8,32 % schwefelsaure Kalkerde. Eulenberg[6]) fand in grauen Saughütchen einer Berliner Fabrik 40 % Zinkoxyd, in schwarzen Saughütchen Spuren von Zinkoxyd, 25 o/° Kreide und 13,5 % Bleiweiss. Prof. Ludwig[7]) entdeckte in Saughütchen mehr als 40 % Zinkoxyd, Prof. v. Patruban[8]) 40 %, Wilkens[9])

1) Dingler's polytechnisches Journal 1873, Bd. 207, S. 174.

2) Otto Dammer's Handwörterbuch der öffentl. und privaten Gesundheitspflege 1890, Lief. 6, S. 410.

3) Heinzerling. Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie 1886, Bd. 1, S. 1.

4) Dragendorff. Die gerichtliche chemische Ermittlung von Giften 1888, S. 478, § 461.

5) Beiträge zur exacten Forschung auf dem Gebiete der Sanitätspolizei 1861, Heft 2, S. 4.

6) Dasselbe 1862, Heft 3, S. 36.

7) Ludwig. Medicinische Chemie 1885, S. 389.

8) Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde 1861, Nr. 11.

9) Dingler's polytechnisches Journal 1861, Bd. 160, S. 240.

43—44 % Zinkoxyd, in Warzenhütchen 47 % Zinkoxyd. Apotheker Lübbecke[1]) fand in einer Sorte Saughütchen 50 % Zinkoxyd und Kreide, in einer andern 38 % Zinkoxyd, in einer dritten 35 % Zinkoxyd, in einer vierten 18 % kohlensauren Zinkoxyd, 28 % Kreide und Schwerspath. Apotheker Wrings[2]) fand, dass der dritte Theil aller von ihm untersuchten Saughütchen entweder Zinkoxyd oder Blei enthielt. Sonnenkalb[3]) theilt mit, dass Prof. Erdmann in Saughütchen 44,7 % Zinkoxyd und 3,8 % Gyps gefunden habe. Linds[4]) entdeckte in verschiedenen Gummisachen 15—60 % Zinkoxyd. In der Chemiker-Zeitung[5]) finden wir die Analyse eines Spielzeugs, das 50,5 % Gummi und Schwefel, 46,71 % Zinkoxyd, 1,1 % Thonerde, 1,31 % Sand und Kieselsäure enthielt. Lippmann[6]) fand in verschiedenen Gummisachen Zink, kohlensauren Kalk, phosphorsauren Kalk; Tollens[7]) in einer Puppe 60,58 % Zinkoxyd, Spuren von Kalk, Eisenoxyd und Phosphorsäure. In der Versuchsstation[8]) der Leipziger Pharmazeutischen Gesellschaft wurden zwei Puppen analysirt, die 49,7 resp. 55,7 % Zinkoxyd enthielten. Im Laboratorium[9]) des Gewerbevereins zu Crimmitschau wurden 8 Saughütchen und eine Puppe untersucht: ein Saughütchen war grau und enthielt 70,5 % Asche, deren grösster Theil aus Zinkoxyd bestand; die übrigen sieben waren schwarz; sechs derselben gaben 7,15 % Asche, die grösstentheils aus Antimon bestand; das siebente gab wenig Asche. Die Puppe gab 70 % Asche, die meist aus

---

1) Annales d'hygiéne publique et de med. légale XII série. Tome XVII 1862, pag. 445.

2) Vierteljahrschrift für gerichtl. und öffentl. Medicin 1861, XX, S. 354.

3) Deutsche Zeitschrift für Staatsarzneikunde 1861, N. F. XVIII. S. 165.

4) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie 1879, S. 1149.

5) Chemiker-Zeitung 1861, S. 499.

6) Jacobsen's chemisch-technisches Repertorium 1885, 1. Hälfte, S. 89—90.

7) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1876, IX. S. 1542.

8) Beilage zu den Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes 1877, Nr. 18.

9) Pharmaceutische Centralhalle 1877, XVIII. S. 137.

Zinkoxyd bestand. Prof. Ritthausen[1]) fand in Gummispielwaaren französischer Fabriken bis 50 % Zinkoxyd. Im Commissionsbericht[2]) des Herrn Bochard über Kinderspielwaaren aus vulkanisirtem Kautschuk und Zinkoxyd lesen wir, dass Prof. Wurtz verschiedene Gummispielsachen französischer Fabriken untersuchte und fand, dass dieselben aus Kautschuk, kohlensaurem Kalk, Schwefel und Zinkoxyd bestanden. Wolffhügel[3]) theilt mit, dass im kaiserlichen Gesundheitsamte zu Berlin im Jahre 1884 verschiedene Gummiwaaren untersucht wurden, unter anderen auch Saughütchen, die weder Zink noch Blei enthielten. Im Jahre 1886 wurden daselbst 14 Gummispielsachen untersucht: 11 derselben enthielten 11,43 % — 66,25 % Zinkoxyd, in zweien wurden nur Spuren von Zinkoxyd gefunden und ein Gummiball war vollständig frei von Zinkoxyd.

Soweit reichen die Untersuchungen von Gummispielsachen, die wir in der Literatur finden konnten. Sie führen uns zu dem Schlusse, dass die fremdartigen Hauptbestandtheile der Gummimasse hauptsächlich aus Zinkoxyd, zuweilen auch aus Blei bestehen.

Durch Herrn Prof. Erismann dazu veranlasst, unternahmen wir auch unsererseits Analysen von Gummispielsachen und wollen die erhaltenen Resultate in der Tabelle auf Seite 130 und 131 wiedergeben.

Die Analysen wurden in folgender Weise ausgeführt: die Gummimasse wurde zerschnitten, in einen Prozellantiegel gebracht und eingeäschert, wobei ein fast graues Pulver zurückblieb. Letzteres wurde mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, wobei gewöhnlich ein Rückstand blieb, der mit destillirtem Wasser ausgezogen, getrocknet, mit kohlensaurem Natron-Kali geglüht, mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure aufgeschlossen, eingedampft,

(Fortsetzung des Textes auf Seite 132).

1) Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und Sanitätswesen 1881. N. F. XXXIV. S. 185.

2) Recueil des travaux du comité consultatif d'hygiène publique de France 1878, VII. pag. 319, ref. in deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1878, Bd. X. S. 711.

3) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte zu Berlin 1887, Bd. II.

Nummer	Benennung der Gummisachen	Benennung der Fabrik	Schwimmt auf dem Wasser oder nicht	Aschengehalt in %	Specifisches Gewicht
1	Graues Saughütchen	St. Petersburger	Sinkt	36,28	1,349
2	Kleiner grauer Ball	»	»	38,05	1,401
3	Graues Saughütchen	»	»	36,00	1,343
4	» »	»	»	36,25	1,349
5	Graues Spielzeug	»	»	35,84	1,307
6	Graues Saughütchen	»	»	36,47	1,385
7	Graues Spielzeug	»	»	36,34	1,350
8	Grauer kleiner Ball	»	»	53,57	1,762
9	Graues Spielzeug	»	»	54,60	1,744
10	Grauer Ring	»	»	42,98	1,493
11	Graues Spielzeug	»	»	52,70	1,646
12	Graue Puppe	»	»	49,08	1,617
13	» »	Moskauer	»	65,80	2,005
14	» »	»	»	64,45	2,003
15	» »	Hamburger	»	37,17	1,382
16	» »	Pariser	»	61,99	2,001
17	Graue Katze	Hannoverscher	»	42,69	1,662
18	Schwarzes Saughütchen	St. Petersburger	Schwimmt	0,28	nicht best.
19	» »	»	»	0,23	0,965
20	» »	Moskauer	»	0,72	nicht
21	» »	St. Petersburger	»	0,64	bestimmt
22	» »	Leipziger	»	0,65	0,988
23	» »	Hamburger	»	1,43	nicht best.
24	» »	Rigaer	»	1,84	0,998
25	» »	»	»	1,00	
26	Schwarzes Warzenhütchen	St. Petersburger	»	0,32	
27	Schwarzer Ring	»	»	0,40	nicht bestimmt
28	» »	»	»	0,38	
29	» »	»	»	0,51	
30	Schwarze Puppe	Leipziger	Sinkt	47,03	1,548
31	Schwarzer Radirgummi	Unbekannt	Schwimmt	0,32	nicht best.
32	Rothbraune Puppe	St. Petersburger	Sinkt	10,04	1,062
33	Rothbraune Katze	Moskauer	»	24,85	1,176
34	Rothbrauner Löwe	»	»	20,25	1,175
35	Rothbraune Puppe	Hamburger	»	31,54	1,298
36	» »	Rigaer	»	35,16	1,302

Arsenik	SiO_2 %	$BaSO_4$ %	$PbSO_4$ %	Sb_2S_3 %	ZnO %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	$Mg_2P_2O_7$ %	CaO %
abs.	0,06	abs.	abs.	abs.	32,57	0,10	2,99	0,10	abs.
»	0,09	»	»	»	34,93	0,09	2,02	0,18	»
»	0,05	»	»	»	32,34	0,09	3,04	0,14	»
»	0,06	»	»	»	32,29	0,05	2,97	0,23	»
»	0,07	»	»	»	32,18	0,08	2,96	0,12	»
»	0,05	»	»	»	33,71	0,07	3,04	0,08	»
»	0,08	»	»	»	32,63	0,07	2,99	0,15	»
»	nicht best.	»	»	»	48,32	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	»
»	0,08	»	0,12	»	49,11				»
»	nicht best.	»	abs.	»	39,82				»
»	»	»	»	»	49,81				»
»	»	»	»	»	41,35				»
»	»	»	»	»	58,66				»
»	»	1,33	»	»	54,78				»
»	»	10,53	»	»	21,95				»
»	2,26	abs.	»	»	48,91	Spuren	2,88	1,02	6,52
»	0,20	1,74	»	»	30,78	0,09	1,12	0,59	7,82
»	0,01	abs.	»	»	abs.	0,16	0,06	0,03	abs.
»	nicht bestimmt	»	»	»	»	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	»
»		»	»	»	»				»
»		»	»	»	»				»
»		»	»	»	»				»
»		»	»	»	»				»
»	0,51	0,71	»	»	»	0,25	0,27	0,02	»
»	nicht bestimmt	abs.	»	»	»	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht best.	»
»		»	»	»	»			abs.	»
»		»	»	»	»			nicht bestimmt	»
»		»	»	»	»				»
»		»	»	»	»				»
»		»	14,48	»	»				nicht bestimmt
»		»	abs.	»	»				abs.
»	0,05	»	»	7,37	»	0,84	1,00	0,47	»
»	nicht bestimmt	»	»	19,57	»	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	»
»		»	»	13,87	»				»
»		»	»	26,70	»				»
»	0,25	»	»	24,57	»	2,87	2,13	0,34	4,65

als Kieselsäure erkannt und quantitativ bestimmt wurde. In vier Proben wurde Schwerspath entdeckt, der als solcher ($BaSO_4$) auch bestimmt wurde. Der vom Rückstand abfiltrirten salzsauren Flüssigkeit wurden in einigen Fällen, wo durch die qulitative Analyse die Gegenwart von Antimon nachgewiesen war, Weinsäure hinzugefügt, dann wurde sie mit Schwefelwasserstoffgas behandelt und der erhaltene Niederschlag ausgewaschen, getrocknet und als Sb_2S_3 quantitativ bestimmt. In zwei Proben war Blei vorhanden, das wir als $PbSO_4$ bestimmten. Das Filtrat kochten wir, um den darin enthaltenen Schwefelwasserstoff zu verjagen, fügten ihm etwas Salmiak, dann Ammon bis zum Eintritt alkalischer Reaction hinzu, endlich Schwefelammon, wodurch ein Präcipitat (I) entstand. Dasselbe wurde ausgewaschen, in HCl gelöst, die Lösung mit chlorsaurem Kali erwärmt, mit kohlensaurem Natron neutralisirt, mit essigsaurem Natron versetzt, erwärmt und filtrirt. Das hierbei im Filter zurückgebliebene (II) wuschen wir aus, lösten in HCl auf, neutralisirten mit kohlensaurem Natron, fügten alsdann Kalilauge im Ueberschuss zu, versetzten mit etwas Wasser und kochten; den entstandenen Niederschlag lösten wir in HCl, versetzten die Lösung mit Ammon und kochten wieder; den erhaltenen Niederschlag (III) wuschen wir aus, trockneten, glühten und bestimmten ihn als Fe_2O_3.

Die vom Rückstand (III) abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit HCl angesäuert, mit chlorsaurem Kali gekocht, durch Salmiak und Ammon präcipitirt, nach vollständigem Auswaschen getrocknet, geglüht und als Al_2O_3 bestimmt.

Die vom Rückstand (II) abfiltrirte neutrale Flüssigkeit wurde mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, wodurch ein Niederschlag entstand, der ausgewaschen, getrocknet, geglüht und als ZnO bestimmt wurde. Die vom Präcipitat (I) abfiltrirte Flüssigkeit wurde gekocht, um den Ueberschuss von Schwefelammonium zu verjagen, mit Salmiak, Ammon und phosphorsaurem Natron versetzt, wodurch nach 24 Stunden sich ein Niederschlag bildete, der ausgewaschen, getrocknet, geglüht und als $Mg_2P_2O_7$ bestimmt wurde. Drei Proben enthielten Kalcium, das als CaO bestimmt wurde. Auf Arsenik untersuchten wir die Gummisachen im M a r s c h'schen Apparat.

Aus unseren Analysen geht hervor, dass die von uns untersuchten Gummisachen verschiedener Fabriken arsenikfrei sind; Eisen, Aluminium, Magnium und Kieselsäure enthalten fast alle in kleinen Mengen; Baryum und Calcium finden sich selten vor; Blei nur in zwei Proben (Nr. 19 u. 30), Zink dagegen ist in allen grauen (21,95 % bis 58,66 % ZnO), Antimon in allen en masse rothgefärbten Gummiwaaren (7,37 % bis 26,70 % Sb_2S_3) zugegen. Es fragt sich jetzt, wie man solche Gummiwaaren vom hygienischen Standpunkte aus betrachten soll? Sind dieselben als gesundheitsschädlich zu erklären oder nicht? Nachdem wir genügend bewiesen haben, dass der Schwefel, der sich in den Gummisachen befindet, nicht schädlich auf den Organismus einwirken kann, müssen wir, um die obenangeführten Fragen zu beantworten, untersuchen, ob alle, oder wenn nicht alle, so doch welche von den fremdartigen Bestandtheilen der Gummiwaaren der Gesundheit nachtheilig sind. Ein jeder schädliche Stoff kann nur dann die Gesundheit beeinträchtigen, wenn er in gewisser Menge in den Organismus wirklich eingeführt wird. Als natürliche Wege dazu dienen: der Darmkanal, die Luftwege und die Haut. Da die kleinen Kinder eine grosse Neigung besitzen, alles, was sie in die Hände bekommen, also auch Gummispielsachen, in den Mund zu nehmen, zu saugen und zu kauen, so können die fremdartigen Bestandtheile der letzteren leicht in den Darmkanal gerathen: während des Kauens könnten sie sich im Speichel lösen und im gelösten Zustande mit dem Speichel hinuntergeschluckt werden, oder sie könnten sich in der Milch lösen, mit welcher Gummiwaaren (Saughütchen, Warzenhütchen) oft in Berührung kommen und mit derselben hinuntergeschluckt werden, oder endlich könnten einzelne ganz kleine Stückchen von einer Gummisache vom Kinde abgebissen oder abgekaut werden und auf solche Weise in den Magen gerathen.

Betrachten wir nun von diesem Standpunkte aus der Reihe nach die in den Gummiwaaren gefundenen fremden Bestandtheile (Zusätze). Magnesium, Eisen, Aluminium, Calcium und Baryum können in Form derjenigen Verbindungen, in welchen sie sich

in den Gummisachen vorfinden, als unschädliche Bestandtheile angesehen werden, wenn sie sich auch im Speichel oder in der Milch lösen. Magnesium kommt als gebrannte Magnesia oder kieselsaure Verbindung vor, Eisen als Eisenoxyd, Aluminium als Oxyd oder kieselsaure Verbindung, Calcium als kohlen-, schwefel-, phosphor- oder kieselsaure Verbindung, Baryum als schwefelsaure Verbindung (Schwerspath). Keine dieser Verbindungen kann der Gesundheit der Kinder nachttheilig sein, da sie einerseits an und für sich unschädlich sind und andererseits in den Gummiwaaren in recht kleinen Mengen vorkommen.

Was die übrigen fremdartigen Bestandtheile anbetrifft, so kommt Antimon als Fünffach-Schwefelantimon, Blei gewöhnlich als Bleioxyd und Zink als Zinkoxyd vor.

Zur Feststellung der Schädlichkeit oder Unschädlichkeit der rothen oder rothbraunen, d. h. der Fünffach-Schwefelantimon enthaltenden Gummisachen stellten wir Versuche an, welche uns Aufklärung darüber geben sollten, ob diese Verbindung aus der Gummimasse in den Speichel wirklich übergeht. Wir nahmen nämlich verschiedene Gummistückchen, zerkleinerten sie und gaben sie in einen Kolben mit Speichel oder Milch, stellten sodann den Kolben verkorkt in ein grosses Gefäss mit Wasser und liessen bei 37,5° C. eine gewisse Zeit lang digeriren.

Erster Versuch. 10 g einer rothbraunen Puppe, die 26,70 % Sb_2S_3 enthielt (siehe Analyse Nr. 35), wurden bei 37,5° C. 24 Stunden lang mit Speichel digerirt. Im Speichel konnten wir keine Spur von Antimon entdecken.

Zweiter Versuch. 8 g einer rothen Puppe, die 24,57 % Sb_2S_3 enthielt (siehe Analyse Nr. 36), wurden bei 37,5° C. 48 Stunden mit Speichel digerirt. Im letzteren war gleichfalls kein Antimon zu entdecken. Aus diesen beiden Versuchen können wir schliessen, dass Fünffach-Schwefelantimon, das zum Färben der Gummisachen en masse angewandt wird, der Gesundheit der Kinder nicht schaden kann, da es sich aus der Gummimasse im Speichel nicht löst.

Mit den Gummiwaaren, die Blei enthielten, stellten wir dieselben Versuche an.

Erster Veruch. 8 g einer schwarzen Puppe, die 14,48 % $PbSO_4$ enthielt (siehe Analyse Nr. 30), wurden bei 37,5° C. 24 Stunden lang mit Speichel digerirt. Im letzteren konnten wir Spuren von Blei constatiren.

Zweiter Versuch. 8 g von derselben Puppe wurden bei 37,5° C. 40 Stunden lang mit Speichel digerirt. Im letzteren entdeckten wir ebenfalls Spuren von Blei.

Obgleich also bei der erwähnten Versuchsanordnung nur Spuren von Blei in den Speichel übergehen, so müssen dennoch solche bleihaltige Gummisachen als schädlich betrachtet werden, da jetzt schon vielerseits bewiesen ist, dass bei fortdauerndem systematischem Einführen sogar sehr kleiner Dosen von Bleiverbindungen in den Organismus leicht chronische Bleivergiftungen entstehen können.

Was die zinkhaltigen Gummispielsachen betrifft, so stellten wir Versuche nicht nur mit Speichel, sondern auch mit Milch an, da einige Sachen, wie z. B. graue Saughütchen, graue Warzenhütchen, mit der letzteren sehr oft in Berührung kommen.

Erster Versuch. 6 g einer grauen Puppe, die 58,66 % Zinkoxyd enthielt (siehe Analyse Nr. 13), wurden bei 37,5° C. 24 Stunden lang mit Speichel digerirt. Im letzteren entdeckten wir nur Spuren von Zinkoxyd.

Zweiter Versuch. 6 g von derselben Puppe wurden 48 Stunden lang bei 37,5° C. mit Speichel digerirt. Im letzteren entdeckten wir 0,0045 g Zinkoxyd.

Dritter Versuch. 6 g von einem grauen Saughütchen, das 33,71 % Zinkoxyd enthielt (siehe Analyse Nr. 6), wurden 24 Stunden lang bei 37,5° C. mit säuerlicher Milch digerirt. In der letzteren konnten wir nur unbedeutende Spuren von Zinkoxyd entdecken.

Vierter Versuch. 6 g von demselben Saughütchen wurden 48 Stunden lang bei 37,5° C. mit säuerlicher Milch digerirt. In die Milch waren 0,0020 g Zinkoxyd übergegangen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass sich Zinkoxyd aus den Gummisachen im Speichel und in säuerlicher Milch löst, und zwar in um so grösseren Mengen, je länger der Versuch dauert. Beim Gebrauch solcher zinkoxydhaltiger Gummigegenstände kann also das Zinkoxyd mit der Milch oder dem Speichel von den Kindern eingesogen werden und bei sehr langem Gebrauche, unserer Ansicht nach, gleichfalls wie die Bleiverbindungen, zu chronischen Vergiftungen Anlass geben. Oesterlen[1]), Heinzerling[2], Naunyn[3]), Kobert[4]) und Andere stimmen darin überein, dass fortdauernder Gebrauch von Zinkverbindungen, sogar in kleinen Dosen, leicht chronische Vergiftungen hervorrufen kann.

Die Kasuistik der bisher beobachteten Vergiftungen durch Gummisachen resp. durch Blei- oder Zinkverbindungen, ist recht ärmlich; dennoch gelang es uns, in der Fachliteratur einige einschlagende Fälle aufzufinden. Dr. Keber[5]) in Danzig theilte an Eulenberg im Jahre 1861 folgenden Fall mit. Ein Kind gesunder Eltern litt längere Zeit an Verdauungsstörungen, bald an Verstopfungen, bald an Durchfällen, hatte noch keinen Zahn konnte nicht gehen und nicht gerade sitzen; das Rückgrat war unbedeutend kyphotisch; das Kind war bleich, abgemagert, die Zunge beständig belegt; es saugte Tag und Nacht ein Saughütchen und kaute immer kleine Stückchen ab, so dass nach 1 bis 2 Wochen man das frühere Saughütchen durch ein neues ersetzen musste. Die chemische Analyse entdeckte in den Saughütchen Blei- und Zinkoxyd. Als man dem Kinde nicht mehr gestattete, an den Saughütchen zu kauen, erholte es sich bald und fühlte sich ganz gesund. Eulenberg[6]) theilt mit, dass er

1) Oesterlen. Handbuch der Pharmakologie. Ueber Zinkoxyd.

2) Heinzerling. Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie 1886, Bd. I, S. 79.

3) Naunyn. In Ziemssen's Pathologie und Therapie. Bd. XV.

4) Kobert. Compendium der praktischen Toxicologie. 2. Aufl. 1887, S. 61—62.

5) Preussische Medicinalzeitung 1862, Nr. 18, 30. April.

6) Beiträge zur exacten Forschung auf dem Gebiete der Sanitätspolizei 2. Heft, 1861, S. 4.

beobachtet zu haben glaubt, dass sich manche Kinder gegen den Gebrauch der Saugstöpsel sträuben, häufig dabei an Erbrechen und Störungen der Verdauung leiden, wenn es auch an guter Pflege, Reinlichkeit und zweckmässiger Ernährungsweise nicht mangelte.

Dr. Wilkens[1]) beobachtete einen Fall, in dem ein Kind fast den vierten Theil Zinkoxyd, das sich im Saughütchen befand (ungefähr 10% ZnO), im Laufe von drei Monaten in seinen Körper übergeführt hatte und während dieser Zeit beständig an Erbrechen litt.

Ueber einen ähnlichen Fall berichtet auch Tollens[2]). Ausser den fremdartigen Bestandtheilen bestimmten wir noch den Aschengehalt und das spec. Gewicht fast aller von uns untersuchten Gummisachen. Zur Bestimmung des spec. Gewichts bedienten wir uns eines Pyknometers. Dasselbe wurde zuerst leer gewogen, dann mit Wasser von + 15° C. gefüllt, wieder gewogen, dann ein Theil des Wassers aus dem Pyknometer entfernt und die genau abgewogenen Gummistückchen hineingebracht. Hierauf wurde das Pyknometer bis zur Marke mit Wasser gefüllt und wieder gewogen. Aus der Verminderung oder Vermehrung des Gewichts erfuhren wir durch einfache Rechnung das spec. Gewicht. Wir achteten darauf, dass im Pyknometer keine Luftblasen zurückblieben, was sehr leicht durch die an der Gummimasse adhärirenden Luft geschieht.

Vergleichen wir in unserer obenangeführten Tabelle den Aschengehalt und das specifische Gewicht: in grauen Gummispielsachen schwankte der Aschengehalt zwischen 35,84 % und 65,80 %, während das spec. Gewicht zwischen 1,307 und 2,005 schwankte; in schwarzen der Aschengehalt zwischen 0,23 % und 1,84 % und das spec. Gewicht zwischen 0,965—0,998; in rothbraunen schwankte der Aschengehalt zwischen 10,04 % und 35,16 %, während das spec. Gewicht zwischen 1,062 und 1,302

1) Dingler's polytechnisches Journal 1861, Bd. 160, S. 240.

2) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1876, IX, S. 1542, ref. in der Pharmazeutischen Zeischrift für Russland. XVI, 1877, S. 211.

schwankte. Betrachten wir näher die Schwankungen des Aschengehalts und des spec. Gewichts, so können wir folgendes Verhältnis constatiren: je grösser der Aschengehalt einer Gummisache ist, desto grösser ist auch ihr specifisches Gewicht und umgekehrt. Da der Aschengehalt von der Menge der fremdartigen mineralischen Beimischungen abhängt, so können wir auch sagen, dass das spec. Gewicht einer Gummisache desto grösser ist, je mehr fremdartige Bestandtheile dieselbe enthält, ergo je geringer ihr Werth ist. Mit einigen geringen Ausnahmen ist dies für Gummiwaaren eine Regel. Zur annähernden Bestimmung des spec. Gewichts nach dem Aschengehalt einer Gummisache, oder umgekehrt, des Aschengehalts nach dem spec. Gewichte derselben, kann folgende Tabelle dienen:

Aschengehalt	1 % — 20 %;	spec. Gewicht	ungefähr	1,1
»	20 » — 30 »	»	»	1,2
»	30 » — 40 »	»	»	1,3
»	40 » — 50 »	»	»	1,5
»	50 » — 60 »	»	»	1,7
»	60 » — 70 »	»	»	2,0.

Donath [1]) hält Gummisachen von spec. Gewicht 1,3 und mehr für geringwerthig, da dieselben viele mineralische Bestandtheile enthalten.

Ausser den in der Masse gefärbten Gummisachen finden sich im Handel noch solche vor, auf denen die Farbe aufgetragen ist, die also nur an der Oberfläche gefärbt sind. Beim Saugen oder Kauen solcher Gummiwaaren kann leicht die Farbe abspringen, von den Kindern hinuntergeschluckt werden und, wenn sie giftig ist, zu ernsten Erscheinungen Anlass geben. Aus diesem Grunde hielten wir es für nöthig, diese Farben einer speciellen Untersuchung zu unterwerfen. Hierbei fanden wir, dass die weisse Farbe aus Zinkweiss oder Kreide bestand; nur in einem Falle konnten wir die Gegenwart von Bleiweiss constatiren. Die schwarze Farbe bestand aus Russ; die hellbraune aus Terra umbrana; die grüne aus Grünerde oder grünem Zinnober; die blaue aus Ultramarin

1) Böckmann's chemisch-technische Unterstützungsmethoden 1888, S. 937 ff.

oder Berliner Blau; die rothe aus Zinnober oder Englisch-Roth; die gelbe aus gelbem Ocker; in einem Falle bestand sie aus chromsaurem Blei. Keine von diesen Farben enthielt Arsenik.

Zur annähernden Bestimmung der Menge der Farbe, die sich von den Gummisachen mechanisch loslösen kann, stellten wir folgenden Versuch an: Wir nahmen mit verschiedenen Farben bedeckte Gummisachen von 34 qcm Grösse und rieben sie über schwarzem Glanzpapier ¼ Stunde lang zwischen den Daumen. Im Durchschnitt ergaben sechs solche angestellte Versuche 0,0145 g Farbe.

Unter den Farben, mit denen die Gummiwaaren an der Oberfläche gefärbt sind, befinden sich, wie aus dem Obigen hervorgeht, einige giftige, wie Blei- und Zinkweiss, grüner Zinnober und Chromgelb, und da sie, wie wir bewiesen haben, leicht abgerieben werden können, so können sie beim Kauen der Spielzeuge durch die Kinder theilweise abspringen, hinuntergeschluckt werden, und auf diese Weise Anlass zu Vergiftungen geben.

Zum Schluss theilen wir einige Mittel mit, derer man sich zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen bediente, um den Werth und den Schädlichkeitsgrad der Gummiwaaren annähernd zu bestimmen. Früher glaubte man, und das war u. a. auch die Ansicht Eulenberg's [1]), dass Gummisachen von guter Qualität folgende Eigenschaften besitzen müssen: 1. ein geringes spec. Gewicht, 2. bedeutende Elasticität, 3. weiche Consistenz, 4. schwarze Farbe uud 5. sollen sie im Wasser nicht untersinken. Später theilte Eulenberg [2]) selbst mit, dass auch schwarze Gummigegenstände fremdartige Bestandtheile in nicht geringer Menge enthalten können, wie auch aus unseren Untersuchungen hervorgeht (siehe Analyse Nr. 30).

Die Schlüsse, die wir persönlich in dieser Hinsicht aus den von uns ausgeführten Untersuchungen von Gummiwaaren ziehen können, sind folgende:

---

1) Beiträge zur exacten Forschung auf dem Gebiete der Sanitätspolizei 1861, Heft 2, S. 6.

2) Dasselbe 1862, Heft 8—9, S. 257—258.

I. Alle Gummisachen, mit denen die Kinder in Berührung kommen, sind unschädlich: 1. wenn sie im Wasser schwimmen, 2. wenn sie elastisch sind, 3. wenn sie von weicher Consistenz sind.

II. Je grösser das specifische Gewicht der Gummiwaaren, desto bedeutender ist auch ihr Aschengehalt, d. h. desto grösser ist der Gehalt an mineralischen Bestandtheilen, und folglich desto geringwerthiger ist die betreffende Waare.

III. Schwarze Warzen- und Saughütchen sind unschädlich.

IV. Schwarze Puppen, wenn sie in der Masse schwarz gefärbt sind, sind schädlich, da sie Bleioxyd enthalten; man kann sie von den unschädlichen schwarzen Gummisachen dadurch unterscheiden, dass sie im Wasser untersinken.

V. Rothe oder rothbraune Puppen und Gummispielzeuge, die in der Masse roth oder rothbraun gefärbt sind, sind unschädlich, da sie Fünffach-Schwefelantimon enthalten.

VI. Alle grauen Gummisachen, besonders solche, welche die Kinder oft in den Mund nehmen, um daran zu saugen, wie z. B. graue Saughütchen, sind relativ schädlich, da sie Zinkoxyd enthalten.

VII. Unter den Farben, mit denen die Gummisachen oberflächlich gefärbt sind, befinden sich auch giftige.

Untersuchungen über die Wirkung der Massage auf die Muskeln des Menschen.

Von

Dr. **Arnaldo Maggiora,**

Professor der Hygiene an der kgl. Universität zu Modena.

> Lucta et fricatio externis corporis partibus magis laborem exhibent, calefaciunt autem carnem et corroborant ac augeri faciunt ob hanc causam.
>
> Hippocratis, Opera omnia, Vol. I. p. 236. De dieta. (Lugduni Batav. 1665. apud Gaasbeckjos).

Es ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, dass die Massage eine wohlthätige Wirkung auf die Funktion des Muskelsystems ausübe. Die griechischen Gymnasten, die römischen Athleten und Gladiatoren pflegten, um die Resistenz und Elastizität ihrer Muskeln zu steigern, vor dem Beginne des Kampfes energisch Glieder und Brust zu schmieren und zu reiben. Die alte Medizin bediente sich in ausgedehntem Maasse der Massage als hygienisches und therapeutisches Mittel[1]); die moderne

1) Es ist von der hygienischen und therapeutischen Anwendung mechanischer Mittel die Rede in dem berühmten indischen Buche »Susruta« und im »Cong Fou« der Chinesen, in viel ausgedehnterem Maasse aber bei Hippokrates, loc. cit. und in: De internis affectionibus, De morbis, und speciell bei Galen: De sanitate tuenda liber II. p. 69 und liber III. p. 76 u. d. f. (Venetiis apud Juntas 1597). Die *ἀποθεραπεία* und die *παρασκευή*, welche Galen den Gymnasten empfahl, bestanden wesentlich in einer Reihe von Massagemanövern. Siehe auch Celsius, lib. II. p. 58 und III. p. 108 u. d. f. (A. Cornelii Celsi, De medicina libri octo. Auflage von Daremberg. Lipsiae in aedibus Teubneri MDCCCLIX.) Bei den lateinischen und griechischen Klassikern, wie bekannt, findet man oft Stellen, welche beweisen, dass die Massage, sowohl als therapeutisches als auch hygienisches Mittel, allgemein im Brauche war.

Heilkunde entzog sie den Empirikern, in deren Händen sie lange Zeit vergessen lag, und indem sie deren Anwendungsweise besserte, wurde in der Massage, wie in anderen physikalischen und mechanischen Mitteln ein therapeutischer Factor von grosser Bedeutung erkannt.[1])

Aber auch die moderne Medizin zog Nutzen von den praktischen Vortheilen, welche die Massage in der Therapie bieten konnte, ehe sie genau deren physiologische Action studirte; und während in den Handbüchern und in speciellen Arbeiten Technik und Anwendungsweisen in den verschiedenen Krankheiten speciell angeführt sind, ist die Analyse der Erscheinungen, welche die Massage beim Menschen hervorruft, trotz werthvoller Arbeiten heutzutage noch sehr unvollkommen.

Um einen Beitrag zum Studium derselben zu liefern, habe ich auf Anrathen des Herrn Prof. Mosso in dessen Laboratorium eine Reihe von Untersuchungen über die Wirkung der Massage auf die Muskeln des Menschen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen angestellt.[2])

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich der Methoden des Herrn Prof. Mosso für das Studium der Muskelarbeit und der Ermüdung.[3])

Zabludowski hat in einer Arbeit aus dem Laboratorium von Prof. Kronecker[4]) gezeigt, dass die ermüdeten Muskeln des

1) Betreffs der mediz. Literatur sind zu consultiren: Schreiber: ›A manual of treatment by massage and methodical muscle exercise‹, Uebersetzung aus dem Deutschen, Philadelphia 1887; Hühnerfaut: ›Handbuch der Massage‹, Leipzig 1887; Reibmayr: ›Die Massage und ihre Verwerthung in den verschiedenen Disciplinen der praktischen Medicin‹, Wien 1887; Derselbe: ›Die Unterleibs-Massage‹, Leipzig 1889; G. S. Vinaj: ›Il massaggio‹, Milano 1891. In letzter Arbeit ist auch auf eine vollständige Weise die physiologische Abtheilung der mediz. Literatur ausgesetzt.

2) Eine vorläufige Mittheilung über diese Arbeit erschien unter dem Titel ›Contributo allo studio dell azione fisiologica del massaggio‹ im Giornale della R. Società Italiana d'Igiene 1890.

3) Atti della R. Accad. dei Lincei 1888; Archiv f. Anat. u. Physiol. 1890.

4) ›Ueber die physiol. Bedeutung der Massage.‹ Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1883, S. 242.

Frosches sich unter der Einwirkung der Massage rasch erholen und neuerdings Contractionen geben, welche gleich oder nur wenig verschieden von denjenigen sind, welche sie in vollständiger Ruhe zu leisten vermögen, während eine kurze Ruhezeit für dieselben fast ganz ohne Effekt ist. Bei seinen Experimenten am Menschen hat Zabludowski gleichfalls beobachtet, dass nach einer ermüdenden Arbeit eine Ruhe von 15 Min. ganz ungenügend war, um die Muskeln wieder herzustellen, dass diese aber, wenn sie 5 Min. lang massirt wurden, wieder wie unter normalen Bedingungen arbeitsfähig wurden.

Zabludowski ermüdete in seinen Experimenten die Muskeln des Vorderarmes, indem er sie sehr oft mit dem Rhythmus von 1 Sec. in der Weise contrahiren liess, dass die Hand, ein Gewicht von 2 kg haltend, die Schulter berührte. Die experimentirende Person selbst zählte die Contractionen.

In meiner Arbeit über die Gesetze der Ermüdung[1]) habe ich einige Experimente veröffentlicht, welche mit dem Ergographen von Mosso ausgeführt wurden. Dieselben bestätigen die Angaben von Zabludowski und zeigen:

1. dass in dem durch den Hunger geschwächten Muskel die Resistenz durch die Massage wesentlich gebessert werden kann;

2. dass die Massage jene Anhäufung von Ermüdung im Muskel, welche durch Ausführung von zeitlich zu nahe gelegenen Arbeiten entsteht, verhindern kann, und ermöglicht, dass derselbe eine erheblich grössere mechanische Arbeit als nach einer aequivalenten Ruhe leisten könne.

Wenn z. B. ein Muskel eine gewisse Zeit hindurch die Ermüdungscurve mit einem bestimmten Gewichte und mit Ruheperioden von bloss 15 Min. schreibt, so wird er schon nach zwei oder höchstens drei normalen Aufzeichnungen zur Ausführung der normalen Quantität von mechanischer Arbeit unfähig, und seine Kräfte nehmen progressiv ab; wenn wir hingegen die Ruheperioden von 15 Min. durch gleich lange Massageperioden

1) Atti della R. Accademia dei Lincei, Roma 1888. Archiv f. Anatomie und Physiol. 1890.

ersetzen, dann vermag der Muskel achtmal eine normale Ermüdungscurve zu schreiben. Während der Muskel im ersten Falle in zwei Stunden eine Quantität von Arbeit liefert, die gleich x ist, wird man im zweiten Falle in derselben Zeit eine mechanische Arbeit erhalten können, die gleich 4 x ist und noch mehr.

Gehen wir jetzt zur Prüfung einiger anderer Thatsachen über.

A. Wirkung der Massage auf die ruhenden Muskeln.

I.

Ich habe erst festzustellen gesucht, ob die Massage die Quantität der Arbeit, welche ein Muskel nach vollständiger Ruhe, wenn er sich mit einem bestimmten Gewichte und Rhythmus bis zur Ermüdung contrahirt, zu steigern vermag oder nicht.

1. Experiment.

Ich[1]) schreibe am 30. November 1890 um 8^h und 11^h Vormittag successive die normale Ermüdungscurve des Beugers des linken und rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen sind so gross wie möglich und willkürlich.

Ich wiederhole am nächsten Tage zu denselben Stunden die Nervenaufzeichnung unter identischen Bedingungen bezüglich des Gewichts, des Rhythmus, der Art und Weise der Contraction, lasse aber einer jeden Curve eine 3 Min. lang dauernde Periode von Massage vorausgehen, die abwechselnd in Reibung, Schlägen und Kneten[2]) besteht. Ich erhielt auf diese Weise 16 Aufzeichnungen, von welchen ich nur die erste eines jeden Tages wiedergebe, die sich auf die linke Hand bezieht (Fig. 1 und 2),

---

1) A. Maggiora, 28 Jahre alt, Gewicht 67 kg, Höhe 1,74 m, Muskelsystem gut entwickelt, panniculus adiposus sparsam.

2) Die Massage wurde in diesem wie in den anderen Experimenten immer mit derselben Energie, von derselben Person, und zwar dem Herrn C. Colombo, einem Zögling des physiologischen Instituts, ausgeführt.

und in der Tabelle 1 sind die Zahlen enthalten, welche die Hubhöhe und die vom Muskel jedesmal geleistete mechanische Arbeit in Kilogrammen angeben.

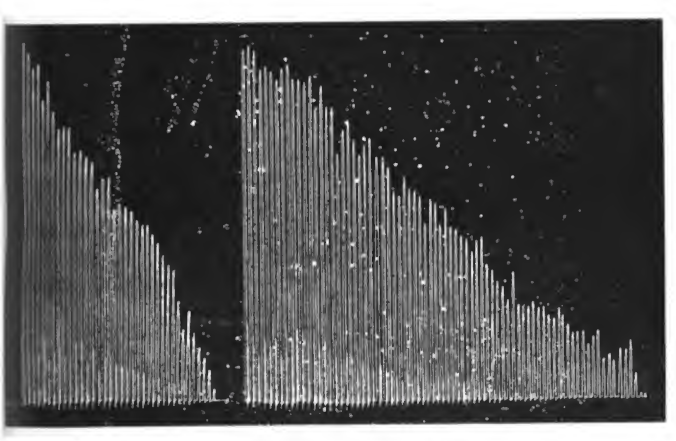


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Normale willkürliche Ermüdungscurve beim Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

Fig. 2. Curve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus unter der Einwirkung der Massage 3 Min. lang. (Hiezu Tabelle 1 auf S. 146.)

Es geht aus der Prüfung der Fig. 1 und 2 und aus den Daten der vorangehenden Tabelle hervor, dass die Beuger des Mittelfingers der linken Hand bei willkürlicher Contraction mit dem Rhythmus von 2 Sec. und einem Gewichte von 3 kg unter normalen Bedingungen eine mechanische Arbeit von 4,272 kgm im Mittel produciren, während sie unter der Einwirkung einer 3 Min. dauernden Periode von Massage eine grössere Arbeit, und zwar 8,019 kg erzeugen; ähnliche Resultate wurden auch bezüglich

Aufzeichnung	Stunde	Linke Hand				Rechte Hand			
		Normal 30. XI. 90		Massage 1. XII.		Normal 30. XI. 90		Massage 1. XII.	
		Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
		m	kgm	m	kgm	m	kgm	m	kgm
1. Fig. 1	8 Uhr Vormittag	1,424	4,272						
2. Fig. 2	8 » »			2,673	8,019				
3.	8 » »					1,387	4,161		
4.	8 » »							2,221	6,663
5.	11 » »	1,458	4,374						
6.	11 » »			2,801	8,403				
7.	11 » »					1,323	3,969		
8.	11 » »							2,331	6,993
9.	2 » Nachmittag	1,534	4,602						
10.	2 » »			2,793	8,379				
11.	2 » »					1,699	4,977		
12.	2 » »							2,286	6,858
13.	5 » »	1,650	4,950						
14.	5 » »			2,450	7,350				
15.	5 » »					1,379	4,137		
16.	5 » »							2,540	7,620
	Gesammtzahl		18,198		32,151		17,244		28,134
	Mittelzahl		4,5495		8,0377		4,311		7,0335

der rechten Hand erhalten. Die Steigerung der Arbeit besteht nicht in einer Zunahme der Höhe der ersten Contractionen, sondern in einer grösseren Zahl derselben und darin, dass sie langsamer abnehmen. Infolge dieser Modificationen erleidet auch die Curve Aenderungen; während sie in der ersten Figur einem wenig accentuirten ital. S ähnlich sieht, hat sie in der zweiten mehr die Form des Bogens einer Parabel. Die letztere Variation ist jedoch nicht constant.

In diesem ersten Experimente bediente ich mich constant eines Gewichtes von 3 kg, in anderen Experimenten jedoch, deren Beschreibung ich hier der Kürze halber unterlasse, konnte ich mich von der wohlthätigen Wirkung der Massage auch bei Anwendung von Gewichten verschiedener Grösse (2, 4 bis 6 kg) überzeugen.

Nachdem diese Thatsachen in den willkürlich arbeitenden Muskeln erkannt wurden, war es wichtig, zu bestimmen, ob dieselben sich auch dann wiederholten, wenn die Muskeln sich durch elektrische Reizung ihrer Nerven oder durch direkte Reizung contrahiren.

Zu diesem Zwecke machte ich das 3. und 4. Experiment.

3. Experiment.

Am 7. Dezember 1890 um 8h Vorm. schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 2 kg, indem ich mit dem Rhythmus 2 Sec. den nervus medianus auf elektrischem Wege mittels einer Zahl von Inductionsschlägen eines Du Bois Reymond'schen Schlittens reizte, dessen primärer Stromkreis von 4 Bunsen'schen Elementen herrührte. Eine jede Reizung dauerte 30/100 Sec. mit 16 Unterbrechungen, Reizeinheiten 1000 [1])

1) Der Mechanismus, welcher Oeffnung und Schliessung des primären Stromkreises und die Dauer der Reizung bestimmte, war von einem starken, ungefähr 4 m hohen Pendel von Eisen gebildet, das im Laboratorium des Herrn Prof. Mosso verfertigt wurde. Die Constanz der Länge der Schwankungen in diesem Apparate wird durch eine besondere Einrichtung erzielt,

Zwei Stunden nachher schreibe ich wieder die Curve derselben Muskeln mit demselben Gewichte, Rhythmus und Reize, aber mit vorausgehender Massage des Vorderarmes 3 Min. lang.

Um 12 h 30′ wurde eine andere normale Curve mit dem Gewicht von 3 kg und elektrischer Reizung des Nerven von derselben Dauer und Frequenz, aber mit der Intensität von 1250 Reizeinheiten (Fig. 3) geschrieben, und um 2 h 45′ Nachm. wiederholte ich dieselbe Aufzeichnung mit demselben Gewicht, Rhythmus, Intensität und Reizdauer, aber mit vorausgehender 3 Min. lang dauernder Massage (Fig. 4).

Um 5 h und 7 h 15′ Nachm. schliesslich schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers erst unter normalen Bedingungen, dann unter der Mitwirkung einer 3 Min. lang dauernden Massage, mit dem Gewichte von 4 kg, derselben Reizdauer und derselben Zahl von Unterbrechungen, aber mit einer Intensität von 1375 Reizeinheiten.

Die erhaltenen Resultate sind in der Tab. 3 wiedergegeben.

Fig. 3. 3. Aufzeichnung des 3. Experiments. Normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers, mit dem

und ihre Frequenz kann je nach dem Bedürfnis modificirt werden. Ein kleiner metallischer Stab, welcher, senkrecht auf die Achse des Pendels fixirt, von diesem isolirt ist und mit dem primären Stromkreis communizirt, reibt sich während eines Theiles der Schwingung gegen eine metallische Fläche von dreieckiger Form, welche graduirt und berechnet ist, und welche mittels einer Schraube in verschiedener Höhe fixirt werden kann, wodurch die Contactfläche und die Dauer der Berührung gesteigert oder vermindert werden kann. Diese dreieckige metallische Fläche communizirt ihrerseits mit dem primären Stromkreise, so dass die Schliessung erfolgt, wenn dieselbe und der kleine metallische Stab sich berühren. Die Elektroden, welche zum Oberarm den induzirten Strom führten, waren von zwei metallischen, den Drahtschliessern anhängenden Plättchen von 4 cm Durchmesser gebildet, welche mit einem feinen Schwämmchen und einer Schicht von hydrophiler Baumwolle überkleidet waren, die mit gegerbtem Handschuhleder bedeckt war. Eine von den Elektroden wurde am unteren Winkel der äusseren oder Schulterblatt-Oberarmseite der Achselhöhle, die andere an der inneren Seite des Oberarms, entsprechend dem nervus medianus, ungefähr 8 cm über der Ellbogenbeuge, und zwar mittels elastischer graduirter Streifen applicirt. Damit dies immer an demselben Punkte geschehe, habe ich den Ort der Applikation auf der Haut der Oberarme mittels Silbernitrat bezeichnet.

Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Reizung des nervus medianus.

Fig. 4. 4. Aufzeichnung des 3. Experiments. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewicht und Rhythmus; unter dem Einfluss der 3 Min. lang dauernden Massage. Elektrische Reizung der nervus medianus wie bei Fig. 3.

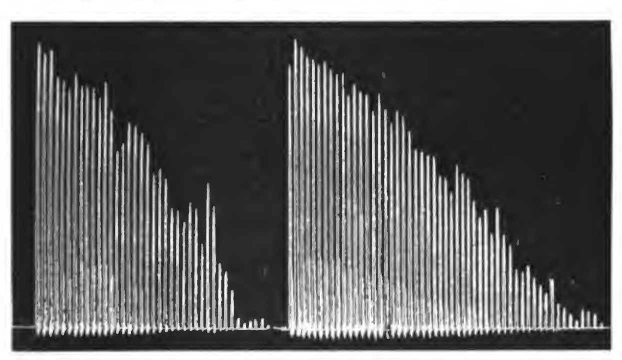


Fig. 3. Fig. 4.

3. Tabelle.

Linke Hand. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Gewicht	Intensität der Reizung	Normale		Massage 5' lang	
				Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
				m	kgm	m	kgm
1.	8 Vorm.	2 kg	1000	1,690	3,380		
2.	10,15 »	2 »				2,200	4,400
3. Fig. 3	12,30 Mittag	3 »	1250	1,164	3,492		
4. Fig. 4	2,45 Nachm.	3 »				1,560	4,680
5.	5 »	4 »	1375	0,922	3,688		
6.	7,15 »	4 »				1,245	4,980

Wir sehen, dass die wohlthätige Wirkung der Massage auf die Steigerung der Resistenz der Muskeln sich auch dann geltend macht, wenn die Beuger des Mittelfingers sich auf eine elektrische

Reizung ihrer Nerven contrahiren, und zwar ebensowohl für 2, wie für 3 oder 4 kg.

Die Steigerung ist auch in diesem Falle nicht einer bedeutenderen Höhe der ersten Contractionen, sondern der grösseren Zahl und dem langsameren Abnehmen derselben zuzuschreiben. Ich wiederholte dieses Experiment mit kleineren Gewichten und erhielt ein analoges Resultat.

4. Experiment.

Direkte Reizung der Muskeln.[1])

Am 9. Dezember 1890 um 8^h Vormittag schreibe ich die normale Ermüdungscurve des Beugers des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 750 g und dem Rhythmus von 2 Sec. mit einer Reizung von 850 Reizeinheiten, von der Dauer von 30/100 Sec. und 14 Unterbrechungen. Eine der Elektroden von 5 cm Durchmesser wird auf die vordere Fläche des Vorderarms, in der Gegend des Ursprungs der Beuger, ungefähr 4 cm unter der Ellbogenbeuge angelegt, die andere von 2 cm Durchmesser etwas tiefer auf die Beuger selbst. Um $10^h 15'$ Vorm. wird dasselbe Experiment nach einer 5 Min. lang dauernden gemischten Massage wiederholt. Um 12^h 30' und 2^h 45' werden zwei andere analoge Experimente gemacht, und zwar eines unter gewöhnlichen Bedingungen, das andere mit Massage, mit einem Gewichte von 1 kg und einem Reize von = 1050.

Später um 5^h und $7^h 15'$ werden noch zwei andere Curven, eine normale und eine andere mit Massage und einem Gewicht von 1500 g geschrieben. Es werden auf diese Weise 6 Curven erhalten, die ich der Kürze halber nicht mittheile; in der

---

1) Beim Studium der Wirkung der Massage auf die Muskeln, welche sich auf directe elektrische Reizung contrahiren, muss man viel weniger starke Ströme und folglich kleinere Gewichte anwenden, als wenn man ohne Massage experimentiren will, und zwar aus dem Grunde, weil die Massage durch beträchtliche Steigerung der Hautsensibilität gegen Schmerzen Ströme unerträglich macht, die unter normalen Bedingungen ganz gut vertragen werden.

Tabelle 4 werden die Zahlen wiedergegeben, welche die Hubhöhe und die jedesmal ausgeführte mechanische Arbeit ausdrücken.

4. Tabelle.
Rechte Hand. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Gewicht	Intensität der Reizung	Normale		Massage 5' lang	
				Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
		g	Reizeinheit	m	kgm	m	kgm
1.	8 Vorm.	750	850	1,189	0,88175		
2.	10,^{15} »					1,638	1,2285
3.	12,^{30} Mittag	1000	1050	0,922	0,922		
4.	2,^{45} Nachm.					1,174	1,174
5.	5 »	1500	1250	0,602	0,902		
6.	7,^{15} »					1,932	1,898

Es geht aus diesen Daten hervor, dass die Massage die Quantität der mechanischen Arbeit, welche die Muskeln nach einer vollständigen Ruhe vor dem Ermüden ausführen können, auch dann erheblich zu steigern vermag, wenn die Muskeln direct mit elektrischen Strömen gereizt werden.

Der grössere Theil des Nutzeffekts ist auch in diesem wie in den vorangegangenen Experimenten nicht einer im Beginne statthabenden Steigerung der ersten Contractionen, sondern einer Zunahme der Resistenz des Muskels zuzuschreiben, die sich durch eine grössere Zahl von Contractionen und ein langsameres Abnehmen derselben äussert.

II.

In diesem Kapitel habe ich zu entscheiden versucht, ob die wohlthätige Wirkung der Massage proportional der Dauer wachse.

5. Experiment.

Am 10. Dezember 1890 um 8^{h} Vorm. schrieb ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und einer Contractionsfrequenz von 2 Sec.; und gleich darauf die Curve der Muskeln der rechten Seite unter gleichen Bedingungen.

Um 10^{h} 15', 12^{h} 30', 2^{h} 45' und um 5^{h} schrieb ich successive die Curve derselben Muskeln, mit demselben Gewichte und

Rhythmus, aber nach einer gemischten Massage, die erst 2, dann 5, dann 10 und schliesslich 15 Min. dauerte. Ich erhielt so 10 Curven, von denen ich der Kürze halber bloss die dritte (Fig. 5) und die fünfte (Fig. 6) mittheile, welche die Wirkung der Massage zeigen, die an den Muskeln der linken Seite 2 resp. 5 Min. lang gemacht wurde.

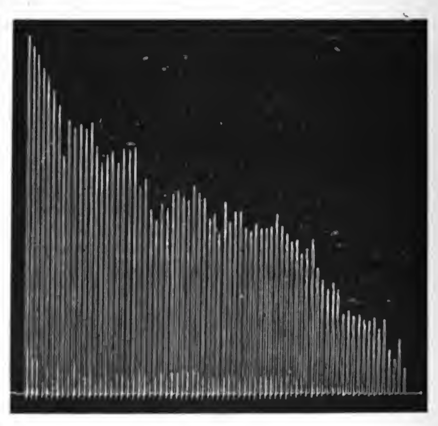


Fig. 5.

Um sich von diesem Effekte in evidenterer Weise zu überzeugen, vergleiche man jene Figuren mit der Fig. 1, welche die normale Ermüdungscurve derselben Muskeln bei derselben Person darstellt. In der Tabelle 5 wird die jedesmal geleistete mechanische Arbeitsquantität angegeben.

Fig. 5. 3. Aufzeichnung des 5. Experiments. Ermüdungscurve der Beuger des linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Wirkung der 2 Min. lang dauernden Massage.

Fig. 6. 5. Aufzeichnung. Curve derselben Muskeln mit demselben Gewicht und Rhythmus. Wirkung einer 5 Min. lang dauernden Massage.

Aus den Figuren 5 und 6 und aus den numerischen Daten der Tabelle 5 (Seite 154) geht hervor, dass schon eine nur 2 Min. lang dauernde Massage eine empfindliche Steigerung der Quantität der von den Muskeln geleisteten Arbeit producirt, dass der Nutzeffekt bedeutend steigt, wenn die Massage 5 Min. lang dauert, und dass in diesem Mittel fast der ganze Nutzeffekt liegt, den man durch die Massage erhalten kann. Durch Verlängerung der Zeitdauer der

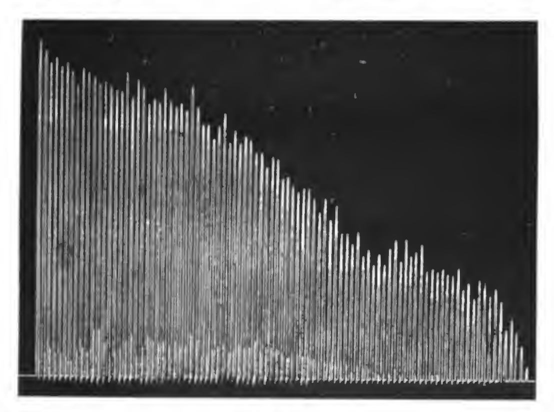


Fig. 6.

Massage auf 10 Min. erfolgte statt einer Steigerung eine leichte Verminderung für die linke Hand; für die rechte dagegen eine Steigerung bloss um 0,216 kgm. Durch Fortsetzung der Massage 15 Min. lang zeigte zwar die linke Hand eine sehr geringe Zunahme der mechanischen Arbeit im Vergleiche mit derjenigen, die bei der nur 10 Min. lang dauernden Massage erhalten wurde, ohne aber diejenige Quantität zu erreichen, welche die Muskeln nach einer 5 Min. lang dauernden Massage erzeugten.

In anderen analogen Experimenten, in welchen das Verhältnis der mechanischen Arbeitsquantität, die bei 2 und 5 Min. lang dauernder Massage erhalten wurde, constant blieb, wurde eine leichte, aber progressive Steigerung an beiden Händen bei

Massirung 5, 10 und 15 Min. lang bemerkt. Ich habe absichtlich dieses Experiment mitgetheilt, um die Schwankungen anzudeuten, welche die Resistenz der Muskeln und die Wirkung der Massage innerhalb der Grenzen derselben physiologischen Bedingungen darbieten können.

Experimente an Muskeln, welche sich durch die elektrische Reizung ihrer Nerven oder durch directe Reizung contrahiren, ergaben gleiche Resultate. Der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung derselben.

5. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	3 Uhr Vorm.	normal	2,075	6,225		
2.	3 » »	»			2,099	6,297
3. Fig. 5	10,15 »	Massage 2' lang	2,595	7,785		
4.	10,15 »	» 2' »			2,610	7,830
5. Fig. 6	12,30 Nachm.	» 5' »	3,576	10,728		
6.	12,30 »	» 5' »			3,450	10,350
7.	2,45 »	» 10' »	3,227	9,681		
8.	2,45 »	» 10' »			3,523	10,569
9.	5 »	» 15' »	3,420	10,260		
10.	5 »	» 15' »			3,490	10,470

III.

Wirkung der hauptsächlichen Massage-Manöver.

Ich versuchte nachzuweisen, ob die verschiedenen Massage-Manöver verschieden auf die Arbeitsfähigkeit des Muskels einwirken. Die hauptsächlichen unter denselben sind, wie bekannt, drei: das Reiben, Schläge mit der Palmarseite der Finger oder dem äusseren Rande der Hand, oder mit der Faust, und das Kneten.

8. Experiment.

Am 30. November 1890 um 8[h] Vorm. schreibe ich die Ermüdungscurve der Beuger des linken und rechten Mittelfingers, mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen erfolgen willkürlich. Im Laufe des Tages

wiederhole ich alle zwei Stunden dieselbe Aufzeichnung, lasse aber jedesmal erst Reibung der Muskeln des Vorderarms 5 Min. lang, dann Schläge auf dieselben dieselbe Zeit hindurch, dann Kneten und schliesslich abwechselnd alle drei Manöver, d. h. eine 5 Min. lang dauernde Periode gemischter Massage vorausgehen.

Ich erhielt so 10 Aufzeichnungen, deren Mittheilung ich der Kürze halber weglasse, und beschränke mich bloss auf die Darlegung der Zahlen, welche die vom Muskel jedesmal geleistete mechanische Arbeit ausdrücken.

8. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	7,30 Vorm.	normal	1,558	4,674		
2.	7,30 »	»			1,588	4,764
3.	9,45 »	Schläge 5'	1,906	5,718		
4.	9,45 »	» 5'			1,940	5,820
5.	12 Mittag	Reibung 5'	2,378	7,134		
6.	12 »	» 5'			2,210	6,630
7.	2,15 Nachm.	Kneten 5'	2,724	8,172		
8.	2,15 »	» 5'			2,607	7,821
9.	5,50 »	Gem. Massage 5'	2,943	8,829		
10.	5,50 »	» » 5'			2,709	8,127

Es geht aus diesen Daten hervor, dass die Quantität der producirten Arbeit nach vorausgegangener Reibung oder nach Schlägen nur wenig Differenzen, hingegen eine sehr stark merkliche Steigerung nach dem Kneten zeigt, und dass die besten Resultate durch Abwechslung der drei Manöver, d. h. durch die gemischte Massage erzielt werden könne.

Analoge Resultate erhielt ich in anderen Experimenten, in welchen sich die Muskeln infolge einer elektrischen Reizung ihrer Nerven oder durch directe Reizung contrahirten; der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung dieser Experimente und beschränke mich auf die Darlegung von drei Curven, welche durch directe Reizung der Beuger des rechten Mittelfingers erhalten wurden. Von diesen Curven wurde die erste (Fig. 7)

unter normalen Bedingungen, die zweite nach 5 Min. lang dauernden Schlägen, und die dritte nach 5 Min. lang dauernder gemischter Massage erhalten.

Direkte Reizung der Muskeln.

Fig. 7. Normale Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

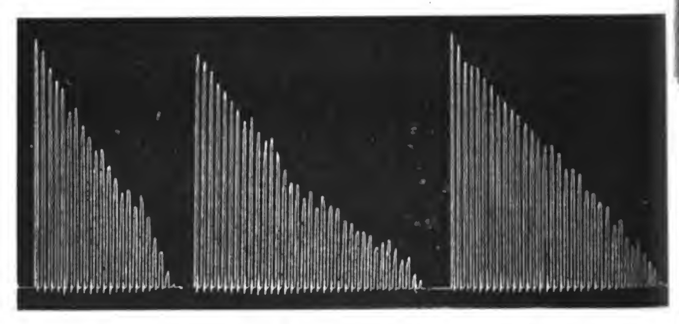


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 8. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus und nach der Einwirkung von 5 Min. lang dauernden Schlägen.

Fig. 9. Dasselbe nach 5 Min. lang dauernder gemischter Massage.

Die Ursache der verschiedenen Wirkung der verschiedenen Massage-Manöver müssen wir in der Regelmässigkeit und Energie suchen, mit welcher das Kneten und die alternirenden Manöver auf die Cirkulation in allen Theilen des Muskels einwirken.

B. Wirkung der Massage auf Muskeln, die wegen verschiedener Ursachen geschwächt sind.

IV.

Fasten, Ermüdung und Massage.

Ich habe in meiner Arbeit über die Gesetze der Ermüdung gezeigt, dass man mittels der Massage die Resistenz der durch's

Fasten geschwächten Muskeln wesentlich bessern kann. Jene Beobachtungen wurden an Muskeln gemacht, welche sich willkürlich und infolge elektrischer Reizung ihrer Nerven contrahiren. Mit Hilfe anderer Experimente konnte ich die wohlthätige Wirkung der Massage auch auf solche Muskeln constatiren, welche sich auf directe elektrische Reizung contrahiren. Der Kürze halber unterlasse ich die Beschreibung dieser Experimente und erwähne bloss, dass die Massage in den Muskeln, die sich unter den genannten Bedingungen befinden, eine, wenn auch nur vorübergehende, aber so gewaltige Erholung hervorruft, dass sie eine normale Ermüdungscurve geben können.

V.
Wirkung der Massage auf Muskeln, welche auf indirectem Wege ermüdet sind.

In meiner Arbeit über die Ermüdung [1]) habe ich mittels einer Reihe von Experimenten die schon von R. Mayer[2]) vertretene Thatsache illustrirt, dass die Ermüdung, wenn sie nicht infolge eines momentanen Excesses von Arbeit entsteht, sich gleichförmig auf das ganze Muskelsystem ausbreitet, und dass nach einem angestrengten Marsche die Arme sowie die Beine weniger arbeitsfähig sind. Mittels anderer Experimente versuchte ich nachzuweisen, ob die Ermüdung der Arme, welche auf indirectem Wege oder infolge einer auf das gesammte Muskelsystem einwirkenden Ursache zu Stande kommt, von der Massage beeinflusst wird oder nicht. Ich gebe an dieser Stelle eines der von mir gemachten Experimente wieder.

12. Experiment.

Am 5. September 1890 um 9 h und um 11 h 15' Vormittag schreibe ich die normale Ermüdungscurve der Beuger des linken und dann des rechten Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Die Contractionen waren willkürlich und möglichst gross.

1) a. a. O.

2) Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. S. 110.

Um 11ʰ 15′ frühstückte ich und ging mit meinem Freunde Dr. Grandis zu Fuss bis Superga, das auf dem Wege, den ich wählte, 7 km von dem Zollgürtel von Turin entfernt ist, und welcher Weg in den letzten 3 km mehr als 400 m steigt. Nach der Ankunft in Superga ruhte ich ¼ Stunde, trank ½ l Bier und kehrte dann zurück. Kam im Laboratorium um 5ʰ 45′ an, nachdem ich ungefähr 17 km, zum Theil bergauf gehend, zurückgelegt hatte. Kaum kam ich im Laboratorium an, schrieb ich die Ermüdungscurve derselben Muskeln; wiederholte nach einer halben Stunde dieselben Curven, immer mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec., lasse aber eine Periode von gemischter 10 Min. lang dauernder Massage vorausgehen. Ich erhielt auf diese Weise 8 Curven, von denen ich der Kürze halber bloss die 2. (Fig. 10). die 6. (Fig. 11) und 8. (Fig. 12) mittheile, die sich auf die rechte Hand beziehen und den normalen Gang der Ermüdung der Beuger des Mittelfingers im Zustande der vollständigen Ruhe, die indirect zu Stande gekommene Ermüdung derselben in Folge des 17 km langen Marsches und den Effekt der Massage auf dieselben darthun. In der Tabelle 12 (S. 160) sind alle numerischen Daten des Experiments wiedergegeben.

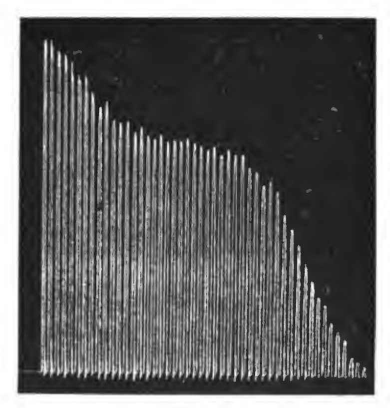


Fig. 10.

Fig. 10. 2. Aufzeichnung des 12. Experiments. Normale willkürliche Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers. Gewicht von 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Fig. 11. 6. Aufzeichnung. 12. Experiment. Curve derselben Muskeln nach einem Marsche von 17 km.

Fig. 12. Einfluss einer 10 Min. langen Massage auf die Muskeln, welche indirect durch einen Marsch geschwächt sind.

Man ersieht bei der Prüfung der Figuren 10, 11, 12 und den Zahlen, welche die von den Muskeln geleistete Arbeit ausdrücken, dass die Massage die indirecte Ermüdung der Fingerbeuger infolge eines langen und ermüdenden Marsches temporär aufheben kann.[1]) Die Wirkung der Massage in dem angeführten

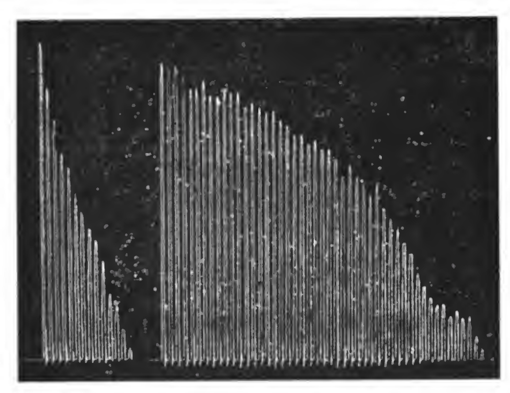


Fig. 11 Fig 12.

Experimente wird noch viel evidenter durch die Thatsache, dass zwischen der vorletzten und letzten Curve der Muskeln beider Seiten nicht jene Ruheperiode statthatte, welche der Muskel unter normalen Umständen erfordert, um nach einer vollführten Arbeit auszuruhen und um, wenn gar keine schädliche Ursache sich

1) Die Begriffe lang und ermüdend für einen Marsch von 17 km beziehen sich ausschliesslich auf mich, da ich zu jener Zeit seit vielen Tagen keine grossen Spaziergänge machte und desshalb nach längeren Märschen in höherem Grade ermüdete; wie ich in meiner Arbeit über die Ermüdung nachwies, existiren viele Personen, der grösste Theil unserer Infanteristen z. B., welche nach solchen Märschen keine mittels des Ergographen nachweisbare Symptome von Diffusion der Ermüdung auf das ganze Muskelsystem zeigen.

geltend macht, den ganzen Tag hindurch normale Ermüdungscurven zu geben. Diese Ruheperiode variirt nach meinen Untersuchungen innerhalb enger Grenzen, und können im allgemeinen zwei Stunden dafür angenommen werden.

12. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	9 Vorm.	normal	1,680	5,040		
2. Fig. 10	9 »	»			1,798	5,394
3.	$11,^{15}$ »	»	1,435	4,305		
4.	$11,^{15}$ »	»			1,846	5,538
5.	$5,^{45}$ Nachm.	Marsch v. 17 km	0,454	1,362		
6. Fig. 11	$5,^{45}$ »	»			0,399	1,197
7.	$6,^{15}$ »	Massage 10'	1,571	4,713		
8. Fig. 12	$6,^{15}$ »	» 10'			1,720	5,160

VI.

Wirkung der Massage auf Muskeln, welche durchs Wachen geschwächt sind.

Es ist bekannt, dass, wenn man nicht lange genug schläft, die Muskeln einen beträchtlichen Theil ihrer Resistenzfähigkeit einbüssen. Bezüglich dieses Faktums, welches wir alle an uns selbst erproben können, habe ich eine Reihe von Beobachtungen mit der graphischen Methode angestellt.[1])

Die Ermüdung der Muskeln infolge des Wachens hat wie jene infolge des Fastens etwas Charakteristisches; in derselben Weise, wie die Schwächung infolge des Fastens nicht modificirt wird, wie gross immer die Ruheperiode ist, die man den Muskeln gönnt, wird auch die geringere Resistenzfähigkeit derselben infolge des Wachens nicht in erheblicher Weise durch das Essen beeinflusst.

Mit dem folgenden Experimente habe ich zu entscheiden versucht, ob die Resistenz des durch das Wachen erschöpften Muskels durch die Massage modificirt wird oder nicht.

1) Maggiora. L. c.

13. Experiment.

In der Nacht vom 12. zum 13. März 1890 musste ich am Bette eines an Lungenentzündung schwer erkrankten Freundes wachen; die Nacht war trotz der Schwere der Krankheit ziemlich ruhig, so dass ich, fast immer auf einem Lehnstuhl sitzend, in der dem Krankenzimmer benachbarten Stube verbleiben konnte. Ich schlief die ganze Nacht hindurch nicht und, abgesehen davon, dass ich 5—6 mal aufstand, um den Kranken zu sehen, las

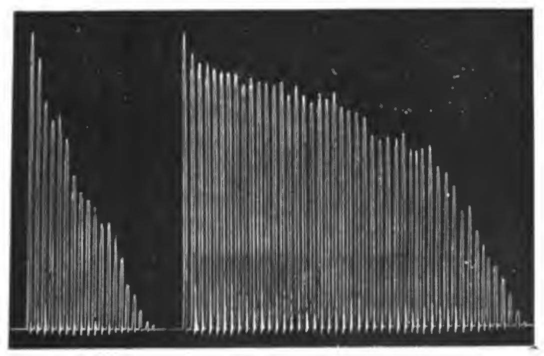


Fig. 13. Fig. 14.

ich fortwährend ein Buch heiteren Inhalts. Gegen 2 Uhr bekam ich Appetit, ass ein wenig gebratenes Fleisch und trank auch Wein. Um 7 Uhr Vorm. verliess ich meinen Freund, nahm eine Tasse Kaffee mit Eidotter, ging dann in's Laboratorium und schrieb die Ermüdungscurve der Beuger des linken und rechten Mittelfingers (Curve 1 und 2). Nach zwei Stunden schrieb ich nochmals die Curve derselben Muskeln, liess aber eine tüchtige gemischte Massage 10 Min. lang vorausgehen. Nach weiteren vier Stunden, während welcher ich auch frühstückte, schrieb ich zwei andere Curven derselben Muskeln, ohne vorangegangene Massage. (Curve 5 und 6.)

Fig. 13. 2. Curve. 13. Experiment. Modification der Ermüdungscurve der Beuger des rechten Mittelfingers nach dem

Wachen eine Nacht hindurch; man vergleiche mit der normalen Curve Fig. 10.

Fig. 14. 4. Curve. 13. Experiment. Erholende Wirkung einer 10 Min. lang dauernden Massage auf Muskeln, die infolge des Wachens geschwächt sind.

Ich ging dann um 6 h Abends zu Bette und schlief fast ohne Unterbrechung bis 8 h 30' des folgenden Tages, in diesen letzten Tagen schrieb ich dann einmal in der Frühe, das andere Mal Abends die Ermüdungscurve der Beuger, welche zum vollständig normalen Zustande zurückgekehrt waren.

Der Kürze halber theile ich bloss die Curven 2 und 4, Fig. 13 und 14 mit; zum Vergleiche mit einer normalen Curve derselben Hand betrachte man Fig. 10.

In der Tabelle 13 sind die Zahlen der mechanischen Arbeit angegeben.

13. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Tag und Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
	13. III. 1890					
1.	7,15 Vorm.	Wirkung des	0,565	1,695		
2. Fig. 13	7,15 »	Wachens			0,475	1,425
3	10 »	Wirkung der	1,969	5,907		
4. Fig. 14	10 »	Massage 10' lang			1,732	5,196
5.	5 Nachm.	Wirkung des	0,465	1,395		
6.	6 »	Wachens			0,403	1,209
	14. III. 90					
7.	10 Vorm.	normal	1,780	5,340		
8.	10 »	»			1,793	5,370

Die Figuren und die numerischen Daten beweisen besser als jede Beschreibung, dass die Massage die durch das Wachen bedingte Schwächung der Beuger der Hand temporär, aber vollständig aufzuheben vermag. Wir sehen also, dass dieses mechanische Mittel durch die Wirkung, welche es auf die Cirkulationsverhältnisse der Muskel und folglich auf die Fähigkeit, diese

mechanische Arbeit zu erzeugen, ausübt, mehr leistet als wie durch Aufnahme von Nahrungsmitteln und durch den Gebrauch der gewöhnlichen nervenstärkenden Mittel zu leisten vermögen.

VII.

Wirkung der Massage auf die durch psychische Arbeit geschwächten Muskel.

Es ist bekannt, dass eine intensive psychische Arbeit in vielen Personen eine bedeutende Allgemeinschwäche hervorruft, welche sich auch auf das gesammte Muskelsystem ausbreitet. Auf diese Thatsache, welche man bei gewissen Personen in ausgesprochener Weise, bei anderen aber in geringerem Grade antrifft, hat schon mein verehrter Lehrer, Herr Prof. A. Mosso, in seinem oben angeführten Werke und in seinem Buche über die Ermüdung[1]) hingewiesen, in welchem auch einige Experimente enthalten sind, die ich mit Vergnügen für ihn ausführte.

Ich selbst gehöre zu jener ersten Gruppe von Personen; die psychische Arbeit, welche ich gewöhnlich mache, modificirt die Arbeitsfähigkeit und die Resistenz meiner Muskeln nicht, weil ich dabei die Grenzen meiner Kräfte nicht überschreite, so dass ich gegen Abend keine Schwäche fühle; wenn sich aber meine gewöhnliche Beschäftigung durch irgend eine andere Arbeit vermehrt, die viel Aufmerksamkeit erfordert, wie z. B. das Halten einer Vorlesung und mehr noch die Prüfung vieler Studenten beim Examen, dann fühle ich mich Abends erschöpft, meine Füsse werden schwach, der Blutdruck in mir vermindert sich, mein Puls wird schneller, der Mechanismus des Denkens und die Aeusserung der Gedanken wird langsamer, ich verbringe die Nacht schlaflos, und die Ermüdungscurve meiner Muskeln zeigt, dass sie wesentlich geschwächt sind. Ich habe das folgende Experiment ausgeführt, um zu bestimmen, ob und innerhalb welcher Grenzen die Massage die durch die angegebene Ursache geschwächten Muskeln zu stärken vermag.

---

1) Milano, Treves 1891

14. Experiment.

Am 14. Juli dieses Jahres schreibe ich gegen 10 Uhr Vormittags die normale willkürliche Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers beider Hände. Um 2 Uhr ging ich zur Prüfung aus der Hygiene mit dem Herrn Prof. Bizzozero und dem Herrn Dr. M. Soave. Es war der letzte Tag der Prüfungsperiode im Juli, und es meldeten sich desshalb 20 Studenten zur Prüfung, von denen ein guter Theil für andere Tage vorgezeichnet

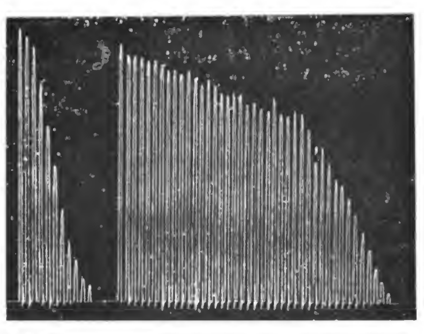


Fig. 15 Fig. 16.

war, aber theils wegen Krankheit, theils wegen anderer Ursachen die Vertagung bis zum 14. Juli verlangte. Alle wurden von mir geprüft, und ich war desshalb von 2 bis 7 Uhr Abends intensiv beschäftigt. Gegen 5 Uhr wurde die Prüfung auf 5 Minuten suspendirt, während welcher ich ein Glas Bier trank.

Kaum war die Prüfung zu Ende, kehrte ich ins Laboratorium zurück; ich fühlte mich sehr schwach und schrieb unmittelbar die Ermüdungscurve der Beuger des rechten und linken Mittelfingers; ich erhielt so die Curven 3 und 4. Nach einer halben Stunde wiederholte ich dieselben Curven unter denselben Bedingungen, liess aber eine tüchtige Massage von 10 Min. vorausgehen. Ich gebe bloss zwei der erhaltenen Curven wieder; die eine, Fig. 15 zeigt die Wirkung der excessiven psychischen Arbeit auf die

Resistenz der Muskeln; die andere, Fig. 16 den Effekt der Massage auf derartig geschwächte Muskeln.

Zum Vergleiche mit einer normalen Aufzeichnung derselben Hand betrachte man Fig. 10.

Fig. 15. 4. Curve. 14. Experiment. Willkürliche Ermüdungscurve der durch intensive und lange fortgesetzte Arbeit ermüdeten Beuger des rechten Mittelfingers. Gewicht 3 kg, Rhythmus 2 Sec.

Fig. 16. 6. Aufzeichnung. 14. Experiment. Zeigt die wohlthätige Wirkung einer 10 Min. lang dauernden Massage auf dieselben Muskeln.

In der folgenden Tabelle sind alle Zahlangaben, welche dies Experiment betreffen, wiedergegeben.

14. Tabelle.
Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	10 Vorm.	normal	1,530	4,590		
2.	10 »	»			1,696	5,088
3.	7 Nachm.	nach einer intensiven und langen psychisch. Arbeit	0,310	0,930		
4. Fig. 15	7 »				0,302	0,906
5.	$7,^{35}$ »	Wirkung der Massage 10′ lang	1,350	4,050		
6. Fig. 16	$7,^{35}$ »				1,287	3,861

Es geht aus den Figuren 15 und 16 und aus den Zahlen, welche die Quantität der mechanischen Arbeit ausdrücken, hervor, dass die Beuger, welche unter normalen Bedingungen eine Arbeit von 5,088 kgm hervorbrachten, infolge der excessiven psychischen Arbeit bloss 0,906 kgm Arbeit erzeugen können, d. h. also weniger als $^1/_3$ der normalen Quantität.

Der Muskel vermag noch eine erste Contraction auszuführen, welche so hoch ist wie unter normalen Bedingungen, bleibt aber nach elf Contractionen erschöpft. Wir sehen aber, dass kaum nach $^1/_2$ Stunde, infolge einer 10 Min. lang dauernden Massage, der Muskel wieder eine Arbeit zu leisten vermag, welche, wenn

auch nicht der normalen gleich, doch von derselben wenig verschieden ist.

Das 14. Experiment zeigt auch mehr als die vorangehenden, wie gewaltig die Wirkung der Massage ist, da ich einer ähnlichen Schwächung der zum Studium dienenden Muskeln, wie diesmal infolge der excessiven psychischen Arbeit vorhanden war, wegen physiologischer Ursache nur selten begegnete. Für die Wirksamkeit der Massage spricht auch die Thatsache, dass zwischen der letzten und vorletzten Curve der Muskeln der beiden Theile nur eine sehr kurze Ruhezeit statthatte.

VIII.

Als Anhang zu diesen Beobachtungen glaube ich zweckmässig hier eine andere anzufügen, die ich gelegentlich machte und welche, obgleich sie die rein physiologischen Grenzen verlässt, doch den vorausgehenden angereiht werden kann, weil sie auch die Wirkung der Massage auf die Muskeln illustrirt.

15. Experiment.

Am 17. November 1890 hatte ich wegen einer geringfügigen Alteration des Magen-Darmkanals, die durch die an demselben Tage gemachte Ingestion von schlecht zubereiteten Speisen entstand, in den Abendstunden einen leichten Fieberanfall mit wiederholtem Frösteln. Die Temperatur der Achselhöhle, welche von mir um 10 h Abends gemessen wurde, war 38,2° C. Ich legte mich zu Bette und schlief ein wenig unruhig, am nächstfolgenden Tage aber fühlte ich mich wieder gut; die Temperatur war 36,5° und erhielt sich normal während des ganzen Tages. Ich ging um 9 h Vorm. ins Laboratorium, und da mir die Beine schwächer als gewöhnlich zu sein schienen, schrieb ich die Ermüdungscurve der Beuger des rechten und linken Mittelfingers mit dem Gewichte von 3 kg und dem Rhythmus von 2 Sec. Ich erkannte, dass meine Muskeln wesentlich geschwächt seien. Um 2 h Nachm. schrieb ich neuerding die Ermüdungscurve der Beuger der Mittelfinger, liess aber eine tüchige gemischte Massage von 5 Min. vorausgehen; um 4 h 30′ machte ich zwei andere Aufzeichnungen ohne Massage. Ich erhielt auf

diese Weise 6 Curven, die ich der Kürze halber nicht mittheile, und zeige in der folgenden Tabelle die Zahlen, welche die von den Muskeln jedesmal geleistete mechanische Arbeit ausdrücken.

15. Tabelle.

Gewicht 3 kg. Rhythmus 2 Sec.

Aufzeichnung	Stunde	Bedingungen der Arbeit	Linke Hand		Rechte Hand	
			Hubhöhe	Mechan. Arbeit	Hubhöhe	Mechan. Arbeit
			m	kgm	m	kgm
1.	9 Vorm.	Wirkung eines	0,875	2,625	0,915	2,745
2.	9 »	leichten Fieberanfalles				
3.	2 Nachm.	Massage 5' lang	2,121	6,363	2,011	6,093
4.	2 »	» » »				
5.	4,30 »	Keine Massage	0,803	2,409	0,901	2,703
6.	4,30 »	» »				

Dieses Experiment beleuchtet die Thatsache, welche man übrigens schon durch einfache Beobachtung erkennt, dass nämlich auch schon ein leichtes Fieber eine sehr deprimirende Wirkung auf die Resistenz unserer Muskeln ausübe; diese verlieren nicht die Fähigkeit, eine erste normale Contraction zu geben, ermüden jedoch viel leichter.

Das Experiment zeigt auch, dass die Massage die aus angegebener Ursache entstehende Ermüdung der Muskeln beträchtlich zu modificiren und sogar, wenn auch nur temporär, vollständig aufzuheben vermag.

IX.

Wirkung der Massage auf anämische Muskeln.

Ich habe in meiner Arbeit über die Ermüdung gezeigt, dass eine künstlich erzeugte, nur kurze Zeit, 3—5 Min. lang auf die Muskeln

1) In einer Reihe von Untersuchungen, die ich in Gemeinschaft mit meinem Freunde, dem Herrn Dr. G. S. Vinay über die Wirkung hydrotherapeutischer Proceduren auf das Muskelsystem anstellte (»Blätter f. klin. Hydrotherapie« 1892, I. Heft), habe ich festgestellt, dass die Massage vollständig auch die starke Schwächung der Muskeln, welche nach einem warmen Bade eintritt, aufzuheben vermag.

einwirkende Anämie in denselben Erscheinungen hervorruft, welche ähnlich denjenigen der Ermüdung sind; es werden nämlich Kraft und Resistenz der Muskeln beträchtlich geschwächt.

Um den Mechanismus der Wirkung der Massage näher zu studiren, habe ich festzustellen gesucht, ob dieselbe die erschöpfende Wirkung der Anämie zu modificiren vermag.

16. Experiment.

Am 19. August 1891 um 8 Uhr Vorm. versuchte ich, die Ermüdungscurve der Beuger des Mittelfingers zu schreiben, mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.[1]); die Contractionen waren willkürlich.

Meine willkürlich sich contrahirenden Muskeln ermüden unter normalen Bedingungen bei Anwendung eines so kleinen Gewichtes erst nach einer sehr langen Zeit. Nach Umdrehung des Cylinders um 3/4, nach 265 Contractionen, suspendirte ich diese, da sie in ihrer Höhe fast unverändert waren; die Muskeln zeigten scheinbar keine Zeichen von Ermüdung. Es erfolgt eine Ruheperiode von zwei Stunden, und nachdem ich den Vorderarm in der gewohnten Weise am Ergographen befestigte, erzeugte Herr Dr. Grandis Anämie an meinem Vorderam 3 Min. lang durch Digitalcompression der arteria humeralis. Kaum war die dritte Minute beendet, schrieb ich bei Fortdauer der Anämie neuerdings die Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus.

Nach zwei weiteren Stunden, bei weiterer Fixirung der Finger im Ergographen, machte mir Herr Dr. Grandis neuerdings Anämie 3 Min. lang durch Compression der Oberarmarterie, und

1) Ich habe mich absichtlich eines sehr kleinen Gewichtes für die Beuger des Mittelfingers, die sich willkürlich contrahiren, bedient, damit auch geringe, durch die Massage producirte Modificationen erkannt werden können. Es ist aus meinen Beobachtungen bekannt, dass die Beuger des Mittelfingers eines gesunden Individuums mit gut entwickelter Muskulatur 10—12 und noch mehr Kilogramm heben können. Die anämisch gemachten Muskeln sind schon 3 Min. nach Einwirkung der Anämie ganz unfähig, ein Gewicht von 3 kg aufzuheben.

in derselben Zeit massirte Herr Dr. Colla recht tüchtig nach der gemischten Methode meinen Vorderarm. Nach 3 Min., bei Fortdauer der Anämie, schrieb ich sofort unter diesen Bedingungen die Ermüdungscurve.

Ich erhielt auf diese Weise drei Aufzeichnungen, von denen ich die zwei letzten, Fig. 18 und 19 ganz mittheile, von der ersten, Fig. 17, jedoch nur einen kleinen Theil, der Rest derselben ist diesem indentisch.

Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19

Fig. 17. Stellt einen kleinen Theil der ersten Curve dar. Einige willkürliche Contractionen der Beuger des Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2 Sec.

Fig. 18. Ermüdungscurve derselben Muskeln mit demselben Gewichte und Rhythmus, nach einer 3 Min. lang dauernden Anämie.

Fig. 19. Dasselbe nach 3 Min. langer Anämie und Massage, die gleichzeitig angewendet wurden.

In der Tabelle auf Seite 170 ist die Quantität der mechanischen Arbeit, welche jedesmal bei den drei Beobachtungen von den Muskeln erzeugt wurde, angegeben.

Aus der Prüfung der Figur 17, 18 und 19 und aus den numerischen Daten, welche die von den Muskeln erzeugte Arbeit ausdrücken, geht hervor:

1. Dass die Beuger des Mittelfingers bei willkürlichen Contractionen unter normalen Bedingungen mit dem Gewichte von 1 kg, 265 Contractionen, welche einer mechanischen Arbeit von 17,755 kgm entsprechen, ohne Ermüdung ausführen.

2. Dass dieselben Muskeln bei Einwirkung der Anämie 3 Min. lang nicht mehr als 11 Contractionen geben, welche einer mechanischen Arbeit von 6,357 entsprechen.

3. Dass dieselben Muskeln bei gleichzeitiger Einwirkung der Anämie und der Massage 9 Contractionen ausüben, welche einer mechanischen Arbeit von 0,276 kgm entsprechen.

Wir sehen daher, dass die Massage in Muskeln, in welchen kein Blut cirkulirt, sich vollständig wirkungslos zeigt.

	Zahl der Contractionen	Hubhöhe	Mechanische Arbeit
	Nr.	m	kgm
1. Curve. Reihe von maximalen Contractionen der Beuger des Mittelfingers mit dem Gewichte von 1 kg und dem Rhythmus von 2″. Vor dem Erscheinen der Ermüdung wird suspendirt . . .	265	17,755	17,755
2. Curve. Ermüdungscurve desselben Muskel mit demselben Muskel und Rhythmus nach 3′ langer Anämie (Fig. 18)	11	0,357	0,357
3. Curve. Dasselbe nach gleichzeitig angewendeter Anämie und Massage 3′ lang (Fig. 19)	9	0,276	0,276

Wenn wir nun das Resultat dieses Experimentes mit dem der vorausgegangenen Experimente vergleichen, dann müssen wir folgern, dass die Wirkung der Massage hauptsächlich in einer Wiederbelebung der Symptome der lokalen Cirkulation besteht, wodurch den Muskeln entweder eine grössere Quantität von Stoffen, die der Contraction nützlich sind, zugeführt, oder die regressiven Producte der Contraction aus derselben entfernt werden.

Dieses Experiment habe ich andere Male mit demselben Resultate wiederholt und hätte, wie dies übrigens vorauszusehen war, dieselbe Thatsache auch an Muskeln nachweisen können, an welchen die Anämie mittels der elastischen Binde von Grandesso Silvestri erzeugt wurde. In letzterem Falle jedoch gelingt es nicht immer, das Experiment bis zu Ende zu führen, weil oft plötzlich ein sehr starker Krampf entsteht; auch entstehen hierbei einige Fehlerquellen, wie z. B. die totale Compression der Venen und der Lymphgefässe und des nervus

medianus, von welch letzterem hauptsächlich der Krampf abhängt. Diese Fehlerquellen werden bei einer correct ausgeführten Digitalcompression der Oberarmarterie vermieden.

Aus meinen Experimenten gehen, kurz zusammengefasst, die folgenden Thatsachen hervor:

1. Die Massage, auf einen ruhenden Muskel angewandt, vermehrt dessen Resistenz, modificirt die Ermüdungscurve, indem sie das Erscheinen derselben verspätet.

2. Die wohlthätige Wirkung der Massage ist, innerhalb gewisser Grenzen ihrer Dauer proportional; wenn diese Grenzen überschritten werden, dann erhält man auch bei Fortsetzung derselben keine weitere Vermehrung der mechanischen Arbeit.

3. Die Massage kann die Anhäufung der Ermüdung im Muskel, welche durch Ausführung von zu schnell aufeinanderfolgenden Arbeiten entsteht, verhindern.

4. Die verschiedenen Massagemanöver wirken in verschiedener Weise auf die Arbeitsfähigkeit des Muskels: das Reiben und die Schläge erweisen sich nicht so wirksam wie das Kneten und die gemischte Massage.

5. In dem durch das Fasten geschwächten Muskel kann die Resistenzfähigkeit durch die Massage beträchtlich gebessert werden.

6. Die Massage übt auf einen Muskel, der durch irgend eine Ursache, welche, wie lange Märsche, das Wachen, excessive psychische Arbeit, ein Fieberanfall, auf das ganze Muskelsystem einwirkt, geschwächt ist, eine erholende Wirkung aus, so dass die normale Quantität mechanische Arbeit wieder hergestellt wird.

7. Die wohlthätige Wirkung der Massage auf die Erscheinungen der Contraction und der Muskelarbeit hört auf, wenn sie auf einen Muskel ohne freien Blutzutritt angewendet wird.

Turin, 7. September 1891.

Untersuchungen über giftige Eiweisskörper bei Cholera asiatica und einigen Fäulnisprocessen.

Von

Dr. Hermann Scholl,
Assistenten am hygienischen Institute.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag.)

Als in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts mehrere verheerende Cholerapandemien Europa heimsuchten und eine Unzahl Menschenleben forderten, machten sich viele Aerzte daran, die Aetiologie dieser Volksseuche eingehender zu studiren.

Als Resultat dieser Forschungen finden wir in den sechziger Jahren hauptsächlich zwei Ansichten über die Entstehungsweise des Symptom-Complexes der Cholera asiatica vertreten. Die eine Ansicht neigte sich dahin, den grossen Wasserverlust und die dadurch erfolgte Eindickung des Blutes als Ursache der Krankheit anzusprechen, während nach der andern Ansicht der Choleraprocess als eine Vergiftung aufzufassen sei. Gegen die erstere Ansicht, welche hauptsächlich von Pacini [1]) und Samuel vertreten war, sprach in erster Linie die Thatsache, dass häufig acut verlaufende Fälle von Cholera beobachtet wurden, bei welchen es überhaupt zu keinen Wasserverlusten kam, und die doch zum Tode führten. Von grosser Wichtigkeit war auch die Thatsache, welche Pacini schon im Jahre 1854 beobachtet hatte, dass sich nämlich der Choleraprocess ausschliesslich im Darm localisire; die übrigen Symptome sah er als Folgeerscheinungen dieser Darmaffection an.

1) Osservat. microsc. Firenze. 1854.

Trotzdem also gewichtige Gründe gegen einen Erklärungsversuch des Choleraprocesses durch den Wasserverlust sprachen, erhielt sich diese Theorie bis Anfang der achtziger Jahre, während die Intoxicationstheorie nur wenige Anhänger hatte. Der Grund für diese Erscheinung liegt einfach darin, dass sich die meisten Aerzte nicht klar werden konnten über das Entstehen eines Giftes im Organismus selbst, da ihnen noch die Aetiologie der Cholera und besonders das die Toxinbildung vermittelnde Agens unbekannt war. Dies wurde aber mit einem Male anders, als Koch 1884 mit der Entdeckung eines Mikroorganismus hervortrat, den man nach den eingehenden Untersuchungen Koch's von nun an als den specifischen Erreger der Cholera asiatica ansehen musste.

Auf die neuerlichen Einwendungen gegen die ätiologische Bedeutung der Koch'schen Kommabacillen von D. D. Cunningham und Klein gehe ich hier nicht ein, da dieselben auf falschen Prämissen beruhen und von Hueppe[1]) und Friedrich[2]) bereits eingehend widerlegt wurden.

Koch selbst war der Erste, welcher der fast vergessenen Vergiftungs-Theorie wieder zu ihrem Rechte verhalf, indem er schon in seiner ersten Publication[3]) darauf hinwies, dass es nicht der Wasserverlust sei, der den Symptomencomplex der Cholera hervorruft, sondern ein Gift, welches als Stoffwechselproduct der Cholerabacillen auftritt, und dessen Wirkung sich theils durch Abtödten des Epithels, oft sogar noch der darunterliegenden Schleimhaut, theils nach Resorption des Giftes durch die eigentlichen Cholerasymptome äussert.

Im Verlaufe der nächsten Jahre befassten sich dann eine ganze Reihe namhafter Forscher mit Untersuchungen über die toxischen Eigenschaften der Stoffwechselproducte von Cholerabacillen. Koch selbst konnte auf der zweiten Choleraconferenz über diesbezügliche Versuche berichten. Er hatte Meerschweinchen Culturen von Cholerabacillen in das Peritoneum injicirt

1) Deutsche med. Wochenschrift 1891, Nr. 52.

2) Arbeiten aus dem K. Gesundheitsamte 1892, VIII, S. 87.

3) Berl. klin. Wochenschr. 1884, Nr. 31, 32, 32a.

und gefunden, dass die Thiere schon im Verlauf weniger Minuten unter denselben Symptomen erkrankten wie bei einer Infection mit Bacillen vom Magen aus.

Noch beweisender waren dann die Versuche von van Ermengen. Während Koch bei seinen Versuchen Stoffwechselproducte sammt den Bacterien injicirt hatte, und man das Vorhandensein von Toxinen nur aus der ungemein raschen Wirkung erschliessen konnte, ging van Ermengen noch einen Schritt weiter und entfernte die Bacterien aus der Culturflüssigkeit zuerst durch Filtriren mittels Chamberland'scher Porcellanfilter; diese sterile Lösung der Stoffwechselproducte injicirte er dann erst Meerschweinchen intraperitoneal, worauf die Thiere unter ähnlichen Symptomen nach drei bis vier Tagen zugrunde gingen, wie nach Infection mit Bacillen nach der Koch'schen Methode. Zu demselben Resultate gelangten dann noch eine Reihe anderer Forscher wie Cantani, Nicati und Rietsch, Hueppe u. A.

Es muss schon an dieser Stelle bemerkt werden, dass die Giftigkeit dieser aëroben Bouillon-Culturen im Sinne der früheren Beweisführung stets mit der Dauer der Culturen im Verlaufe mehrerer Wochen zunahm. Wir werden später zeigen, dass die so entstandenen Gifte nicht das gesuchte specifische Choleragift sind, worauf übrigens Hueppe a. a. O. schon hingewiesen hat. Immerhin genügte der Nachweis der Giftigkeit, um endlich der Vergiftungstheorie gegenüber der Theorie, welche alle Symptome aus den Wasserverlusten erklärte, zum Siege zu verhelfen.

Nachdem also gezeigt war, dass Cholerabacterien in künstlichen Nährböden thatsächlich bei Luftzutritt Gifte zu bilden vermögen, wurde speciell von französischer Seite versucht, dieselben in reiner Form darzustellen und ihre Natur zu erforschen.

Die Methoden, welche aber damals dem Chemiker zu Gebote standen, um aus irgend einem Gemenge organischer Massen Toxine zu isoliren, waren noch äusserst mangelhafte, was wohl hauptsächlich darin seinen Grund hatte, dass man über die Natur dieser Körper noch völlig im Unklaren war. So war es nicht möglich, bei derartigen Untersuchungen planmässig vorzugehen, sondern man tastete sich eben vor, so gut es ging, und die

Producte, die man erhielt, waren keine einheitlichen, der Analyse zugänglichen, sondern extractartige Gemenge, die neben wirksamen Giften noch eine Anzahl anderer Körper enthielten, deren Wirkung auf den Organismus und deren Beziehungen zum Toxin selbst man natürlich nicht kannte. Der einzige planmässige Gang war der von Stas-Otto zur Auffindung von pflanzlichen Basen (Alkaloiden) in Gemengen organischer Massen angegebene. Derselbe war aber, wie sich zeigte, zur Auffindung thierischer Basen (Ptomaïne) nicht anwendbar.

Die ersten derartigen Untersuchungen wurden 1884 von Pouchet[1]) ausgeführt. Er extrahirte die Dejectionen Cholerakranker mit Chloroform und erhielt nach Entfernung des Lösungsmittels einen öligen Rückstand, der ausgesprochen toxische Wirkung hatte, indem er einen Frosch nach kurzer Zeit unter lähmungsartiger Schwäche tödtete. Späterhin stellte dann Pouchet[2]) mit Choleraculturen in Bouillon ähnliche Versuche an und glaubte, darin dasselbe Toxin gefunden zu haben, wie in den Choleradejectionen.

Villiers[3]) verarbeitete nach der Methode von Stas die inneren Organe von Choleraleichen auf Toxine und isolirte daraus auch einen flüssigen Körper, der von giftiger Wirkung auf das Herz war. Er besass einen scharfen Geruch und gab ein in Nadeln krystallisirendes Chlorhydrat.

Sehr eingehend befassten sich mit dieser Frage Nicati und Rietsch[4]). Schon früher hatten sie gezeigt, dass Choleraculturen in Bouillon und Gelatine, welche durch Passirenlassen von Chamberland'schen Filtern keimfrei gemacht waren, Hunde nach Injection in eine Vene in hurzer Zeit tödteten. Später verarbeiteten sie[5]) dann Pepton-Bouillon-Culturen auf Toxine in der Art, dass sie dieselben eindampften und den Rückstand mit Alkohol extrahirten, nach Entfernung des

1) Compt. rend. Bd. 99, S. 847, u. Bd. 100, S. 220.
2) Compt. rend. Bd. 101, S. 510.
3) Compt. rend. Bd. 100, S. 91.
4) Compt. rend. Bd. 99, S. 928.
5) Recherches sur le cholera. Paris 1886.

Alkohols hinterblieb eine ölige, nicht krystallisirbare Flüssigkeit, welche ausgesprochen toxisch war und mit dem früher von Pouchet aus Dejectionen erhaltenen toxischen Extract grosse Aehnlichkeit hatte. Ein Centigramm der Flüssigkeit tödtete eine Maus, und vier bis sechs Centigramm ein Meerschweinchen; die Symptome, unter welchen die Thiere zugrunde gingen, geben Nicati und Rietsch folgendermaassen an: erst leichter, bald stärker werdende Lähmungen der hinteren Extremitäten, Zwerchfellcontractionen, Sinken der Temperatur auf 33,8 C., Blässe der Mundschleimhaut, allmählich völlige Kraftlosigkeit, doch sind bis zum Tode Reflexe auszulösen. Wichtig ist dabei, dass bei der Section keine Spur von einer Darmaffection zu constatiren war. Ueber die Natur derartiger Gifte aus Fleisch, Bouillon und Pepton, die eine ganz andere Deutung erfahren müssen, haben Untersuchungen von Fischel und Enoch[1]) über Fischgifte weitere Anhaltspunkte gebracht.

Sehr bemerkenswerth ist gegenüber den Angaben der citirten Autoren das Resultat von Untersuchungen Oliveri's[2]); derselbe fand nämlich, dass es nur dann gelingt, Toxine aus Choleraleichentheilen oder Culturen zu erhalten, wenn man bei der Verarbeitung Säuren zur Anwendung bringt. Lässt man diese letzteren aber weg, so gelingt es auch nicht, aus den genannten Materialien Ptomaïne herzustellen. Leider blieb diese Warnung Oliveri's aber unbeachtet, trotzdem sie wahrscheinlich das einzig Richtige unter den ganzen Toxinuntersuchungen bis dahin enthält, wie ich noch später zu zeigen Gelegenheit haben werde. Nachdem somit diese Untersuchungen zu keinem befriedigenden Resultate geführt hatten, trat Brieger mit einer Methode an die Oeffentlichkeit, welche es ihm ermöglicht hatte, aus gefaulten Organen krystallisirbare Körper zu gewinnen, die der Analyse zugänglich waren und somit die Möglichkeit boten, ihre Constitution zu erforschen. Damit schien man endlich einmal wieder einen tüchtigen Schritt vorwärts gekommen zu sein und man glaubte nun, in dieser Methode von Brieger einerseits und in den von

1) Fortschritte der Medicin 1892, Nr. 8.

2) Gazetta chimica italiana 1886, 16, p. 256.

Brieger als Fäulnisbasen anerkannten Körpern anderseits die Schlüssel zur endgültigen Lösung der Frage nach den toxischen Zersetzungsproducten des thierischen Eiweisses gefunden zu haben.

Klebs und Langer[1]) haben zuerst nach einem der Brieger'schen Methode ähnlichen Verfahren versucht, die Choleratoxine herzustellen.

Sie gingen dabei von Fischfleischculturen aus, welche sie in saurer Lösung mit Quecksilberchlorid fällten. Das Quecksilber wurde dann aus dem abfiltrirten und ausgewaschenen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff entfernt, das Filtrat eingedampft und der Rückstand mit Wasser aufgenommen; die Lösung rief nach Einspritzung in die Vene eines Kaninchens heftige Krämpfe neben geringem Muskelzittern hervor. In einem andern Versuch wurde das Gemenge angesäuert, eingedampft, der Rückstand mit Alkohol ausgekocht, der alkoholische Auszug mit Platinchlorid gefällt, und durch Schwefelwasserstoff das Platin eliminirt; bei Thieren rief die Lösung ebenfalls Muskelzittern hervor. Bei der Section fand Klebs eine ausgebreitete Verkalkung der Nieren-Epithelien, was auch bei menschlichen Choleraleichen schon beobachtet wurde. 1887 publicirte Brieger[2]) seine Versuche über Choleratoxine. Er hatte die Bacillen auf Rindfleischbrei-Aufschwemmungen 6—8 Wochen lang bei 37—38° C. gezüchtet, ein Punkt, auf den ich bereits vorher hingewiesen habe. Bei der Verarbeitung wurden die Massen mit Salzsäure angesäuert und anderthalb Stunden im Dampfe erhitzt! Das eingedampfte Filtrat wurde mit absolutem Alkohol extrahirt, und die alkoholische Lösung mit Quecksilberchlorid gefällt, der Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt, und das angesäuerte Filtrat eingedampft, dann nochmals mit Alkohol extrahirt, und diese alkoholische Lösung nun mit pikrinsaurem Natron, Platinchlorid und Goldchlorid auf Ptomaïne geprüft. Es gelang Brieger auch, eine Anzahl verschiedener Toxine aus den Culturen

1) Klebs, Allgemeine Pathologie 1887, S. 374.
2) Berl. klin. Wochenschr. 1887, Nr. 44.

herzustellen. Die häufigsten derselben waren: Cadaverin (Pentamethylendiamin), Putrescin (Tetrametylendiamin), Cholin (Trymethyl-Oxaethyl-Ammonium-Hydrat), Methylguanidin, daneben fand er in geringen Mengen noch zwei Toxine, von denen eines Krämpfe und Muskelzittern bewirkte, Brieger hielt es für Trimethylendiamin. Das zweite Toxin bewirkte bei Mäusen einen lähmungsartigen Zustand mit verlangsamter Herzthätigkeit und Respiration, oft auch mit blutigen Stuhlgängen.

Ein specifisches Toxin mit Bestimmtheit nachzuweisen, war Brieger nicht gelungen; vielmehr konnte er die Mehrzahl der durch die Cholerabacillen gebildeten Ptomaïne in fast allen Fäulnisgemengen nachweisen. Endlich hatte Kunz [1]) Choleraculturen nach der Methode von Brieger verarbeitet und daraus eine mit dem Schreiner'schen Spermin identische Base von der Zusammensetzung C_2H_5N isolirt, welche aber nur wenig toxisch war.

So war es trotz der vermeintlich sichern Methode von Brieger und trotz der anderwärts so günstigen Resultate nicht gelungen, aus Choleraculturen ein Toxin herzustellen, mittels dessen man in dem Thier einen der wirklichen Choleraintoxication analogen Process auslösen konnte.

Worin war der Grund für diesen Misserfolg zu suchen?

Wollen wir auf experimentellem Wege Producte herstellen, wie sie die Bacterien unter natürlichen Verhältnissen bilden, so müssen wir selbstredend die Versuchsanordnung so gestalten, dass sie diesen natürlichen Verhältnissen möglichst nahe kommt, sonst werden wir zwar auch Veränderungen der Nährsubstrate durch die Bacterien finden, allein eine Uebereinstimmung mit den Verhältnissen in dem lebenden Organismus können wir nicht sicher erwarten, und es ist desshalb auch ein Vergleich der beiderseitigen Producte unzulässig.

Sehen wir einmal, wie nach dieser Hinsicht die Verhältnisse für die Cholera liegen.

Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse müssen wir mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass die Cholerainfection

1) Monatshefte für Chemie 1888, S. 361.

nur per os erfolgt. Die Bacterien gelangen also auf irgend eine Weise in den Magen und von hier, wenn sie nicht durch den sauren Magensaft abgetödtet werden, in den Darm; in dem Dünndarm findet die Localisirung statt, und hier geht die Vermehrung der Cholerabacterien und die Toxinabspaltung rapide vor sich. Wir haben deshalb die im Dünndarm vorhandenen Verhältnisse als die für die Toxinbildung auf natürlichem Wege gegebenen anzusehen.

Zunächst kommt für die Darmverhältnisse als wichtiges Moment in Betracht die fast völlige Abwesenheit von Sauerstoff; nach den Analysen, welche von chemischer und physiologischer Seite über Dünndarmgase angestellt wurden, enthalten dieselben in maximo 0,5% Sauerstoff. Wir können also mit gutem Gewissen diesen Zustand als Anaërobiose bezeichnen, und es ist entschieden unrichtig und den obwaltenden Verhältnissen nicht genügend Rechnung getragen, wenn Petri seinen Arbeiten[1]) Aërobiose im Dünndarme zu Grunde legt.

Wie sieht es mit dem Nährmaterial aus?

Ob die Bacterien im Anfang ihrer Entwickelung im Dünndarm die vorhandenen Speisereste zersetzen, ist nur von untergeordneter Wichtigkeit. Sicher ist, dass sie das Darmepithel ablösen und also dieses Protaplasma, aber auch das transsudirte lebende (genuine) Eiweiss zu ihrer Ernährung gebrauchen und ihre Toxine daraus bei alkalischer Reaction abspalten. Im weiteren Verlaufe der Krankheit, wenn die vom Darme ausgeschiedenen Massen das Aussehen von Reiswasser haben, also keine oder nur Spuren von verdauten Nahrungsmitteln darin sind, ist die Annahme völlig ausgeschlossen, dass innerhalb des Darmes die Bacterien von etwas Anderem leben, als vom Eiweiss des Körpers selbst.

Fassen wir also die Verhältnisse, unter welchen die Cholerabacterien im Darme ihre Toxine bilden, zusammen, so ergibt sich:

1. das Wachsthum im Darm geht bei Anaërobiose vor sich.

2. die Bacterien nähren sich im Darm wesentlich von genuinem oder doch relativ unverändertem und nicht von todtem

1) Arbeiten des kais. Gesundheitsamtes. Bd. VI, S. 377.

und theilweise schon weiter zerlegtem Eiweiss oder weiteren Zersetzungsproducten desselben.

Treten wir mit diesen zwei von Hueppe[1]) zuerst aufgestellten und principiell geltend gemachten Thatsachen, welche die Grundlage jedes Versuchs sein müssen, dessen Zweck es ist, die wahren Toxine der Cholera zu finden, an die oben beschriebenen Arbeiten heran, so klärt sich vieles dadurch auf. In keinem einzigen Falle waren bis jetzt diese Bedingungen erfüllt. Es wurde ausschliesslich bei Luftzutritt gearbeitet, was zur Folge hatte, dass die Spaltung des Nährsubstrates keine reine und beschränkte war, wie dies bei Anaërobiose der Fall ist. Infolge des Zutrittes von Luft-Sauerstoff waren die Kommabacillen nicht einzig darauf angewiesen, aus dem umgebenden Nährmaterial die zu ihrer Erhaltung nöthige Energie durch Spaltung zu gewinnen; es traten nun vielmehr, durch den Luftzutritt begünstigt, weitergehende Zersetzungen ein.

Ferner hatte man als Nährmaterial in der Mehrzahl der citirten Versuche Bouillon in verschiedenen Variationen benützt und dieselbe immer durch Hitze sterilisirt, so dass mit Bestimmtheit jedes lebende Eiweiss darin vernichtet wurde. Man beachtete die Arbeiten von Pflüger, Löw und Bokorny nicht, welche schon früher in ausgezeichneter Weise darauf hingewiesen haben, was für ein fundamentaler Unterschied zwischen dem labilen genuinen Eiweissmolekül und dem relativ resistenteren Molekül des todten Eiweisses besteht.

Allerdings entwickelten sich die Cholerabacterien unter diesen völlig anderen Verhältnissen ebenfalls und sie zersetzten als Saprophyten die Nährsubstrate, bildeten Toxine, allein diese mussten anderer Art sein als die im menschlichen Körper gebildeten, und waren es thatsächlich auch, wie das Thierexperiment zeigte.

Hueppe, Liborius und Flügge hatten früher schon Cholerabacterien bei Luftabschluss gezüchtet, doch war ihre Versuchsanordnung noch eine mangelhafte.

1) Centralbl. f. Bact. u. Par. 1888, IV, Nr. 3.

Der schematische Zuckerzusatz zur Begünstigung der Anaërobiose erwies sich als unvortheilhaft, weil die gebildete Säure sehr hemmt; aber auch das Fortlassen des Zuckers änderte nichts Wesentliches. Auch als das nach Nägeli's Ansicht die Anaërobiose begünstigende Pepton gewählt wurde, blieb das Resultat gleich schlecht. Nur die starken reducirenden Eigenschaften der Kommabacillen veranlassten Hueppe die scheinbar aussichtslose Frage der Anaërobiose der Cholerabacillen nicht fallen zu lassen. Es gelang dann auch Hueppe und Wood Cholerabacterien, welche durch viele Generationen bei Luftzutritt gezüchtet worden waren, an das Leben bei Anaërobiose zu gewöhnen, indem sie den Uebergang nicht schroff, sondern allmählich vor sich gehen liessen. Ausserdem hatte dann Hueppe noch gezeigt, dass gewisse Bacterien auf rohen Eiern sehr gut gedeihen; hier hatten diese Bacterien einerseits genuines Eiweiss, andererseits fast vollständige Anaërobiose, was bei den Cholerabacterien noch dadurch vollständiger wurde, dass dieselben aus dem Eiweiss Schwefelwasserstoff abspalteten, wodurch eine nahezu völlig sauerstofffreie Atmosphäre im Ei entstand.

In diesen Versuchen von Hueppe und Wood war zum ersten Male Rücksicht auf die Verhältnisse im Darme genommen, indem sie eben diese Eier zu ihren Versuchen benützten, und es zeigte sich auch, dass dieselben weit toxischer waren, als andere Culturflüssigkeiten, ferner, dass die in den Eiern gezüchteten Bacterien einen weit höheren Grad von Virulenz besassen. Dagegen waren dieselben nun auch in einen Zustand hoher Empfindlichkeit gelangt. Schon Temperaturen von 43—45° C. oder geringe Mengen Säuren vermochten die Bacterien abzutödten.

Diese Versuche von Hueppe und Wood erklärten auch zum ersten Male auf bacteriologischer Grundlage die Art der Cholerainfection, indem daraus geschlossen werden konnte, dass die Bacterien den Darm in einem sehr virulenten, aber gegen äussere Einflüsse sehr wenig widerstandsfähigen Zustande verlassen. Nimmt man nun an, dass die Infection per os erfolgt, so wird es fast unmöglich sein, dass die Uebertragung der Cholera direct vom Menschen auf den Menschen erfolgen kann, da die

Bacterien fast sicher im saueren Magensafte zu Grunde gehen. Erst wenn sie längere Zeit ausserhalb des Organismus gelebt haben und sie wieder resistenzfähiger geworden sind, ist die Möglichkeit einer Infection vorhanden.

Ueber die Natur der bei dieser anaëroben Eierfäulnis von Cholerabacterien gebildeten Toxine haben aber Hueppe und Wood keine weiteren Versuche angestellt, vielmehr hielten sie die Anwesenheit ähnlicher Ptomaïne, wie sie bei der aëroben Cultivirung im Bouillon beobachtet wurden, für möglich und schrieben die stärkere toxische Wirkung der Eierculturen nur einem quantitativen Vorherrschen dieser Ptomaïne zu; das Einzige, was schon damals an den Ptomaïnen Brieger's irre machte, war, dass die Giftwirkung in den Eierculturen bei Anaërobiose zu einer Zeit schon vorhanden war, als sich die Brieger'schen Ptomaïne sonst bei Aërobiose noch nicht fanden.

Inzwischen hatten schon S. Weir Mitchell und Edward T. Reichert[1]) aus Schlangengift zwei Toxine isolirt, die nicht der Classe der Ptomaïne, sondern der Classe der Eiweisskörper angehören. Diese Ergebnisse wurden jedoch in Europa, besonders auch seitens des damals so ptomaïnfrohen Brieger, sehr geringschätzend beurtheilt und ignorirt. Später hatte Hanbury Hankin[2]) eine Albumose, welche Mäuse und Meerschweinchen gegen Milzbrand immunisirte, und Christmas aus Culturen von Staphylococcus aureus einen anderen Eiweisskörper isolirt, der in das Unterhautzellgewebe von Thieren gebracht, eine heftige Eiterung hervorrief. Zu ähnlichen Resultaten waren dann noch bei anderen Versuchen Mosso, Salomonsen, Kobert, Stillmark gelangt. Damit war also schon in einer Reihe von Arbeiten darauf hingewiesen worden, dass neben Körpern aus der Reihe der organischen Basen, den Ptomaïnen, auch noch gewisse Eiweisskörper stark giftige Eigenschaften besitzen können.

1) Researches upon the venoms of poisonous serpents. Washington 1886.

2) Brit. med. Journ. 1889, p. 810.

Doch fanden auch diese Untersuchungen noch viel zu wenig Beachtung, da man zur damaligen Zeit zu sehr von den Ptomaïnen Brieger's im Banne gehalten war.

Erst als Roux und Yersin [1]) bei Diphtherie einen enzymartigen activen Körper als das specifische Gift nachwiesen und als später Brieger selbst bei Gelegenheit einer Untersuchung, die er gemeinschaftlich mit C. Fränkel [2]) über Diphtherie machte, nicht die gesuchten Ptomaïne, sondern Einweisskörper als die Träger der toxischen Wirkung erkannt hatte, und als beide Forscher Aehnliches auch für mehrere andere Bakteriengifte angaben, lenkte sich die Aufmerksamkeit wieder mehr dieser Klasse von Körpern zu, die bei dieser Gelegenheit auch einen Taufnamen erhielten, der sich schnell einbürgerte.

Brieger und Fränkel hatten ihre Untersuchungen auch auf Cholera ausgedehnt, allein ohne den oben besprochenen Verhältnissen irgendwie Rechnung zu tragen. Sie hatten ihre Culturen auf Bouillon bei Luftzutritt gehalten und nachher daraus thatsächlich auch einen toxischen Eiweisskörper abgeschieden; zu welcher Gruppe von Eiweisskörpern derselbe gehörte, ist nicht mit Bestimmtheit angegeben, die Autoren vermuthen, dass er der Gruppe der Globuline nahestehe, doch wurde er nur wenig von Kochsalzlösung gelöst. Das Thierexperiment fiel aber auch hier wie früher nicht günstig aus, da keine Alteration des Darms und der Nieren zu beobachten war.

Endlich hatte auch Petri [3]) Untersuchungen über Choleratoxine publicirt. Allein auch dieser Forscher hat nicht den von der Natur vorgezeichneten Weg betreten, indem er merkwürdiger Weise Anaërobiose im Darme vollständig leugnete und als Nährmaterial eine Peptonlösung benützte. Petri hat aus den ausgefaulten Culturen einen toxischen zur Gruppe der Peptone gehörenden Eiweisskörper isolirt, der durch die Hitze nicht verändert wurde. Die pathologischen Erscheinungen am Thiere konnten aber auch

1) Annales de l'Institut Pasteur 1888, II, p. 629; 1889, III, p. 273; 1890, IV, p. 385.

2) Berl. klin. Wochenschr. 1890, Nr. 11.

3) Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte 1890, 3. Heft.

nicht in Parallele gestellt werden mit den durch Infection, mit den Bacillen selbst hervorgerufenen.

So war man denn trotz der zahlreichen Untersuchungen der Frage nach dem wahren Choleratoxin noch kaum näher gerückt als seit den Arbeiten von Nicati und Rietsch, weil man eben nur rein schablonenmässig vorgegangen war und selbst die deutlichen Fingerzeige, welche die Untersuchungen von Hueppe und Wood gegeben hatten, principiell unbeachtet liess.

Als ich im Sommer 1889 auf Veranlassung von Prof. Dr. Hueppe die Untersuchungen über Cholera aufnahm [1]), handelte es sich darum, zu erfahren: welcher Art sind die bei Anaërobiose auf genuinem Eiweiss von Cholerabacterien gebildeten Toxine und wodurch unterscheiden sie sich von den auf todtem Eiweiss gebildeten?

Zur Beantwortung dieser Frage ging ich so vor, dass ich zunächst einen genuinen Eiweisskörper als Nährmaterial nahm und versuchte die auf demselben gebildeten Toxine in reiner Form herzustellen. Als dies gelungen war, machte ich die nämlichen Versuche mit einem todten Eiweisskörper und zwar mit Pepton; die Versuche an den Thieren galten als Controle da, wo die chemischen Reactionen der Körper wegen zu geringer oder gar keiner Unterschiede mich im Stiche liessen.

I. Versuche, mit genuinem Eiweiss bei Anaërobiose Ptomaïne zu erhalten.

Es wurden 40 Stück frische Hühnereier nach der Methode von Hueppe [2]) gereinigt, mit Sublimatlösung 1: 1000 sterilisirt, dann mit Aether und Alkohol abgespült; in die getrockneten Eier wurde an der Spitze mit einer geglühten Stahlnadel ein feines Loch gebohrt und durch dasselbe das Ei sofort mit einer virulenten Choleracultur geimpft, die Oeffnung mit einem dicken Collodiumhäutchen geschlossen und in den Brütschrank bei 37—38 ° C. gebracht. Nach 3—4 Tagen begannen die Eier an

1) Berl. klin. Wochenschr. 1890, Nr. 41.
2) Centralbl. f. Bact. IV, 1888, Nr. 3.

der Spitze und bald auch an der übrigen Aussenfläche schwarz zu werden, was anzeigte, dass im Innern das Wachstum erfolgte und zwar unter Bildung von Schwefelwasserstoff, der mit den noch an der Oberfläche haftenden Spuren von Sublimat schwarzes Schwefelquecksilber bildete. Nach ca. 20 Tagen wurden die Eier geöffnet, es war ein starker Druck nach aussen zu beobachten; stach man am Boden mit einer Nadel ein Loch in die Schale, so spritzte sofort ein Strahl Flüssigkeit heraus. Nach Oeffnen des Eies fand ich das Eiweiss vollständig wässrig-flüssig und von grünlich-grauer Farbe; der Geruch war bisweilen deutlich nach Schwefelwasserstoff, oft nur eigenthümlich aromatisch; die Reaction schwach alkalisch. Der Dotter bildete eine schmierige Masse von schwarzer Farbe, er hatte noch seine ursprüngliche Kugelgestalt inne. Zur Untersuchung wurde nur das zersetzte Eiweiss verwendet, das leicht völlig vom Dotter zu trennen war. Diese Flüssigkeit versuchte ich nun nach der Methode von Brieger auf Ptomaïne zu verarbeiten, um die früheren Versuche von Hueppe und Wood zu controliren. Zu dem Zweck wurde die Flüssigkeit mit Salzsäure schwach angesäuert, wodurch ein feiner Niederschlag entstand, denselben trennte ich vorläufig noch nicht von der Flüssigkeit, sondern dampfte dieselbe auf dem Wasserbade im vacuum bei 60° C. ein, bis sie eine dicke Consistenz anzunehmen begann. Nun setzte ich absoluten Alkohol hinzu und extrahirte am Rückflusskühler mehrmals; den Alkohol filtrirte ich vom ungelösten ab, dampfte ihn im vacuum bei 40° C. auf die Hälfte ein und setzte eine alkoholische Lösung von Bleinitrat hinzu; den entstandenen Niederschlag trennte ich durch Filtration von der alkoholischen Lösung und destilirte den Alkohol der letzteren ab, bis nur noch ein geringer Rückstand blieb. Derselbe wurde mit wenig Wasser aufgenommen, mit Schwefelwasserstoff von Blei befreit, mit Salzsäure schwach angesäuert und zur Syrupconsistenz eingedampft. Diesen Rückstand extrahirte ich nochmals mit Alkohol und versetzte dann die von Eiweisskörpern möglichst befreite Lösung mit alkoholischem Quecksilberchlorid. Der entstandene minimale Niederschlag wurde nach 24stündigem Stehen abfiltrirt und mit

wenig Wasser ausgekocht; die Lösung gab weder mit Kaliumquecksilberjodid, noch mit Phosphormolybdänsäure, noch mit Goldchlorid, Platinchlorid, Pikrinsäure, charakteristische Niederschläge. Ich wiederholte dieselben Versuche noch mehrere Male, ohne auch nur einmal merkliche Spuren eines Ptomaïns nachweisen zu können.

Da aber Thiere nach intraperitonealer Injection von 4 ccm schon nach zehn bis fünfzehn Minuten zu Grunde gingen, konnte an der toxischen Wirkung der Eilösung kein Zweifel sein. Die Einwendung von R. Pfeiffer [1]), dass Choleraeier niemals nach Schwefelwasserstoff riechen, traf in meinen Versuchen nicht zu, da jedesmal Controlculturen die Reinheit der verwendeten Eierculturen sicher stellten und nur solche Eier verwendet wurden. Petri und Maassen [2]) rechnen ausdrücklich die Kommabacillen zu denjenigen Arten, die viel Schwefelwasserstoff bilden, und Wood hat dies sowohl für aërobes als anaërobes Wachsthum dieser Bacterien nachgewiesen. Die zur Bekräftigung von Pfeiffer angeführte Beobachtung, dass man mit Schwefelammon dasselbe Vergiftungsbild wie mit meinen Choleraeiern hervorrufen könne, trifft durchaus nicht zu, da der Tod der Thiere darüber allein nicht urtheilen lässt. Von den, von Pfeiffer gar nicht bebeachteten Sectionsergebnissen abgesehen, wurden aber die Versuche mit den Choleraeiern durch die Versuche mit den aus den Eierculturen isolirten, sicher schwefelwasserstofffreien Giften controlirt und als exakt und richtig nachgewiesen, was Pfeiffer einfach ignorirt hat. Das Toxin musste, wenn es überhaupt der Gruppe der Ptomaïne angehörte, nach Brieger's Methode nicht nachzuweisen sein oder aber es gehörte überhaupt nicht der Klasse der organischen Fäulnisbasen an. Um mir über die erste Möglichkeit Klarheit zu verschaffen, arbeitete ich in einigen weiteren Versuchsreihen mit der ausgezeichneten Methode von Baumann und v. Udranszky, welche durch Herstellung von Benzoyldoppelverbindungen Ptomaïne nachzuweisen gestattet. Ich will

1) Zeitschrift für Hygiene 1892, XI, S. 410.
2) Centralbl. f. Bact. 1892, XI, Nr. 9 u. 10.

auf diese langwierigen und unangenehmen Versuche hier nicht näher eingehen, sondern anführen, dass es auch diesmal nicht gelang, Ptomaïne zu gewinnen. Auf Grund dieser Untersuchungen glaube ich mich berechtigt zu dem Schlusse, dass bei Cultivirung von Cholerabacterien in genuinem Eiweiss bei Anaërobiose nachweisbare Mengen von Ptomaïnen nicht auftreten, sondern dass die Toxine einer anderen Klasse von Körpern angehören. Hieraus ergab sich zugleich noch die wichtige Thatsache, dass bei Anaërobiose auf genuinem Eiweiss die Spaltung des Nährsubstrates eine völlig andere sein muss, als auf todtem Eiweiss und bei Aërobiose, da ja in letzterem Falle Ptomaïne sowohl von Brieger als auch von anderen Forschern thatsächlich nachgewiesen waren.

Es handelte sich mir nun natürlich zunächst darum, der Natur des Toxins auf die Spur zu kommen.

Die oben citirten Versuche von Weir Mitchell und Reichert und anderen über toxische Substanzen aus der Klasse der Eiweisskörper legten den Gedanken nahe, dass auch das Toxin der Cholerabacterien denselben angehöre.

II. Untersuchung auf Toxalbumine.

Bei diesen Untersuchungen musste ich folgende Gesichtspunkte näher ins Auge fassen: Das genuine Eiweiss der Eier war durch die Cholerabacterien in eine wässrig-flüssige Masse umgewandelt worden, welche mehr einer Lösung als einer gequollenen Substanz glich. Da wir nun besonders durch die Versuche von Bitter [1]) wissen, dass den Cholerabacterien die Eigenschaft zukommt, Eiweisskörper durch proteolytische Enzyme zu peptonisiren, so lag die Vermutung nahe, dass es auch hier der Fall sein könnte und die Toxine mehr oder weniger weitgehende Hydratisirungsproducte des Eiweisses darstellen. Um nun diese Körper von dem noch unzersetzten Eiweiss zu trennen, glaubte ich in erster Linie, von jeder Erwärmung absehen zu müssen, da die Widerstandsfähigkeit der Substanzen gegen Hitze

1) Archiv für Hygiene 1886, Bd. V, S. 241.

noch unbekannt war; die Füllung mit Salzen unter nachherigem Dialysiren der Lösungen vermied ich deshalb, weil dabei leicht die Eiweisskörper durch eine nachträgliche Bacterienwucherung zerstört werden könnten. Ich zog es deshalb vor, mit absolutem Alkohol zu füllen und zwar ohne einen Zusatz von Säuren. Zu diesem Zwecke liess ich einen Theil der Eiweisslösung in neun Theile absoluten Alkohol eintropfen; dabei entstand ein völlig weisser Niederschlag, der zum Theil in Form eines feinen, weissen Pulvers, zum Theil in groben Flocken sich abschied; durch die bei Mischung der Lösung mit Alkohol freiwerdende Luft wurde der grösste Theil der groben Flocken an die Oberfläche der Flüssigkeit gerissen und bildete hier eine mehrere Centimeter dicke Schichte. Nachdem die Flüssigkeit einige Zeit gestanden, hatte sich die alkoholishe Lösung völlig geklärt und zeigte nun eine intensiv gelbe Farbe. Behufs näherer Untersuchung der Präcipitate wurde so verfahren, dass zuerst der auf der Oberfläche schwimmende Theil abgenommen wurde, um nachher gesondert für sich untersucht zu werden; der am Boden befindliche Theil wurde auf einen Filter gebracht, und so lange mit absolutem Alkohol ausgewaschen, bis das Filtrat völlig farblos war und bei der Uhrglasprobe keinen Rückstand mehr hinterliess. Der Niederschlag wurde dann wiederholt zwischen Fliesspapier gepresst, bis er an dies fast keine Feuchtigkeit mehr abgab; die erhaltene Masse versetzte ich dann mit so viel Wasser, dass das Gesammtvolumen vom Niederschlag + Wasser gleich war dem Volumen der in Arbeit genommenen Eiweisslösung und extrahirte dann mit dem Wasser die löslichen Substanzen des Niederschlages während einer halben Stunde bei 40° C.; dabei löste sich anscheinend nur ein sehr kleiner Theil; vom Ungelösten wurde abfiltrirt und das völlig farblose klare Filtrat näher untersucht. Dasselbe gab folgende Reactionen: Biuretreaction, Xantoproteïnreaction, Rotfärbung mit Millon's Reagens; keine oder nur sehr geringe Niederschläge entstanden beim Sättigen der Lösung mit Ammonsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumchlorid; ferner beim Kochen entweder allein oder nach Zusatz von Salpetersäure; mit Ferrocyankali, mit Essigsäure, dagegen

trat eine Ausscheidung ein nach Zusatz von Quecksilberchlorid, Silbernitrat, Phosphormolybdänsäure, Platinchlorid, Gerbsäure; beim Eintröpfeln der Lösung in absoluten Alkohol entstand nur ein spärlicher Niederschlag.

Nach diesen Reactionen glaubte ich mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass die in Lösung gegangene Substanz der Gruppe der Eiweisskörper angehöre und zwar den Peptonen. Ehe ich die chemische Untersuchung weiter fortsetzte, musste ich mich durch das Thierexperiment überzeugen, ob die Lösung überhaupt toxische Wirkung besitzt.

Es bekamen sechs Stück Meerschweinchen je 5 ccm des klaren wässerigen Auszuges in die Bauchhöhle injicirt. Sofort nach der Injection waren die Thiere schon nicht mehr fähig, sich auf den Beinen zu erhalten, sie fielen zur Seite; der Cornea-reflex war nicht mehr auszulösen und nach 1—3 Minuten erfolgte unter leichten krampfartigen Zuckungen der Extremitäten der Tod. Die sofortige Section ergab starke Injection der Gefässe des Dünndarms, häufig blutiges Transudat im Peritoneum, Nieren stark hyperämisch, diastolischer Herzstillstand.

Somit war also die Wirkung der Lösung eine stark toxische und die Symptome an den Thieren entsprachen, wenigstens was die Injection der Dünndarmgefässe und die Hyperämie der Nieren betraf, mehr der natürlichen Cholerainfection als in allen früheren Versuchen. Nun suchte ich zunächst die näheren Eigenschaften der in Lösung befindlichen Substanz zu erforschen, und die letztere in möglichst reiner Form herzustellen. Mit Alkohol war, wie schon angegeben, ein nur schwacher Niederschlag zu erhalten, dagegen gelang es mit einem Gemenge von gleichen Theilen Alkohol und Aether sofort einen Niederschlag hervorzurufen, der sich chlorsilberartig zusammenballte und dessen Abscheidung, wie sich später zeigte, noch durch Zusatz von sehr wenig Essigsäure wesentlich beschleunigt werden konnte. Der in nicht angesäuerter Lösung entstehende Niederschlag konnte nach Abfiltriren der Flüssigkeit leicht in kaltem Wasser gelöst werden. Die Lösung hatte die nämlichen toxischen Eigenschaften, wie die ursprüngliche Flüssigkeit; dagegen zeigte es sich, dass bei einer

Fällung in angesäuertem Aetheralkohol der Niederschlag in Wasser nicht mehr löslich war und eine Aufschwemmung desselben in Wasser erwies sich nach Injection in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens als völlig wirkungslos. Der Körper ging also allem Anscheine nach mit der Säure eine unlösliche Verbindung ein, die nicht mehr toxisch war; diese Eigenschaft dürfte vielleicht eine Erklärung geben für die von Cantani bei Cholera empfohlene Tanninenteroklyse, bei welcher allenfalls die im Darm gebildeten Toxine mit der Gerbsäure eine unlösliche und nicht mehr toxische Verbindung eingehen könnten; später habe ich durch diesbezügliche directe Versuche noch festgestellt, dass eine Lösung des Toxins mit Gerbsäure gefällt und eine Injection der Aufschwemmung des Niederschlags in das Peritoneum vom Meerschweinchen gemacht, diese Thiere völlig intact liess.

Gegen höhere Temperaturen zeigte sich die Substanz äusserst empfindlich; als ich versuchte, eine wässerige Lösung bei 40 bis 45° C. im Vacuum über Chlorcalcium zu trocknen, zeigte dieselbe nach 24 Stunden keine Spur einer toxischen Wirkung mehr. Bei Siedehitze wurde sie sofort vernichtet und bei 75° in einer Viertelstunde. Dieses Verhalten des bei Anaërobiose gebildeten Toxins der Cholerabacterien ist völlig analog dem Verhalten der anaërob gezüchteten Bacterien selbst, von welchen Wood gefunden hatte, dass sie ebenfalls durch Erhitzen auf 40—45° C. während 24 Stunden vernichtet werden. Die durch mehrmaliges Umfällen aus Aetheralkohol möglichst gereinigte Substanz trocknete ich, indem ich zuletzt den anhängenden Alkohol durch reinen Aether verdrängte und den letzteren mit völlig getrockneter Luft absaugte. Das Product war ein weisses amorphes Pulver, das schnell bräunliche Farbe annahm. Die Lösung desselben in Wasser gab mit Ammoniumsulfat, Magnesiumsulfat, Kochsalz gar keine Fällung mehr; dies trat nur ein beim Versetzen mit Quecksilberchlorid, Phosphormolybdänsäure, Tannin, Platinchlorid.

Von einer Elementaranalyse der Substanz glaubte ich trotz einiger derartiger Analysen von Brieger über seine Toxalbumine, in Uebereinstimmung mit analogen gegen Brieger geäusserten

Ansichten von Duclaux[1]) absehen zu können; unsere Kenntnisse über die Zusammensetzung der Eiweisskörper sind noch so geringe, dass man durch Ausführung einer Elementaranalyse hier thatsächlich nicht den geringsten Aufschluss über die Natur einer derartigen Substanz erhält. Bis jetzt sind wir einzig und allein auf einige wenige chemische Reactionen angewiesen, aus welchen wir unsere Schlüsse über die Natur eines Eiweisskörpers zu ziehen vermögen. Aber auch hierin herrscht noch grosse Unsicherheit; die Abgrenzungen der einzelnen Gruppen sind noch keine exacten, häufig finden wir Substanzen, welche Eigenschaften mehrerer nahestehender Gruppen in sich vereinigen und der Chemiker ist in einer schwierigen Lage, wenn es sich darum handelt, welcher dieser Gruppen er den Körper einzureihen hat. Neuerdings spricht sich auch Nencki in ähnlichem Sinne aus.

Auch das eben beschriebene Toxin gehört bis zu einem gewissen Grade in diese Kategorie von Körpern. Sein Verhalten gegen Hitze, Ammonsulfat, Magnesiumsulfat, Kochsalz, sowie gegen Ferrocyankali und Essigsäure schliessen mit ziemlicher Sicherheit Globuline, Nucleine, Albumosen, coagulirbares Eiweiss aus und es bleibt nur die Gruppe der Peptone übrig. Nun zeigt das Toxin thatsächlich auch durch die Reaction mit Quecksilberchlorid, Phosphormolybdänsäure, Tannin, die Unfällbarkeit mit Salzlösungen, die schlechte Fällbarkeit mit absolutem Alkohol, seine nahe Verwandtschaft zur Gruppe der Peptone an und ich würde mich ohne weiteres für berechtigt halten, dasselbe auch dieser Gruppe einzureihen, wenn nicht bis jetzt allgemein als Charakteristicum der Peptone noch die Widerstandsfähigkeit gegen die Hitze angenommen würde.

Im Sinne der Chemie des todten Eiweisses, besonders nach der Gruppirung von Kühne, entspricht dieser Körper dem Pepton. Auch nach dem Erhitzen behält er seine Reactionen bei, d. h. in chemisch-physikalischem Sinne hat sich der Körper nicht geändert, wie die bisherige Eiweisschemie es vom Pepton verlangt, wohl aber ist biologisch eine durchgreifende Aenderung eingetreten. Das Pepton ist unwirksam, inactiv geworden. Das

1) Annales de l'Institut Pasteur 1890, IV, p. 300.

Cholera-Pepton ist aus dem lebenden, activen, giftigen Zustand in einen todten, inactiven, ungiftigen übergegangen. Damit glaube ich auch in ausreichender Weise die Einwendungen, welche Duclaux[1]) gegen die vorläufige Einreihung des Toxins in die Klasse der Peptone gemacht hat, widerlegt zu haben.

Die Möglichkeit, dass der Körper enzymatischer Natur sei, war von vornherein nicht völlig ausgeschlossen und durch sein Verhalten gegen Hitze noch wahrscheinlicher gemacht. Zur Entscheidung dieser Frage ging ich von der Thatsache aus, dass es zum Begriffe eines Enzyms gehört, dass der betreffende Körper in selbst sehr geringen Mengen, wenn auch erst nach längerer Zeit, seine specifische Wirkung entfaltet. Ich versuchte also zunächst festzustellen, wie viel Substanz zur Tödtung eines Thieres von bestimmtem Gewicht in minimo nöthig ist und was für Erscheinungen geringe Dosen des Körpers hervorzurufen im Stande sind.

Zu diesem Zweck ging ich von einer Lösung des gereinigten Toxins in Wasser aus, deren Gehalt ich so bestimmte, dass ich eine kleine Menge der Substanz genau wog und in einem gemessenen Quantum Wasser löste. Von dieser Lösung stellte ich mir dann noch eine Reihe von Verdünnungen in wiederum genau bestimmten Verhältnissen mit Wasser her. Von diesen Lösungen injicirte ich dann abgemessene Mengen Meerschweinchen, deren Gewicht vorher bestimmt war, in die Bauchhöhle und rechnete nachher die gefundene Menge Substanz auf 1 kg Thier um.

Die Versuche ergaben Folgendes:

1. Nach Injection von 0,103 g Substanz in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens von 302 g war das Thier sofort gelähmt, nach 4 Minuten todt. Section ergibt rosa Färbung des Dünndarms, Hyperämie der Nieren.

2. Ein Meerschweinchen von 260 g bekam 0,088 g injicirt. Das Thier war 5 Minuten nach der Injection todt. Section ergab dasselbe.

---

1) Annales de l'Institut Pasteur 1891, t. V, Nr. 1, p. 60.

3. Zwei Thiere von 270 und 275 g erhielten je 0,032 g injicirt, es trat ebenfalls sofortige Lähmung ein, nach kurzer Zeit begannen Zuckungen der Extremitäten, die allmählich in ziemlich heftige Streckkrämpfe übergingen, nach 2 Stunden waren die Thiere todt. Section wie oben.

4. Zwei Meerschweinchen von 240 und 255 g erhielten je 0,018 g, auch diesmal trat sofortige Lähmung ein und nach einiger Zeit schwache Krämpfe. Dieser Zustand dauerte ca. 4 Stunden, dann liessen die Erscheinungen allmählich nach und nach zehn Stunden konnten sie wieder auf den Beinen stehen, schleppten aber die Hinterfüsse nach.

5. Endlich erhielt ein Meerschweinchen von 220 g 0,008 g Substanz, wieder traten Lähmungserscheinungen ein, doch diesmal in viel geringerem Maasse, sodass das Thier 4 Stunden nach der Injection schon wieder auf den Beinen war.

Die höchste Dosis des Choleratoxopeptons liegt also bei 0,2 g auf 1 kg Thier.

Aus diesen Versuchen ergibt sich auch, dass das Toxin aller Wahrscheinlichkeit nach kein Enzym ist, da die Wirkung auf das Thier viel zu schnell eintritt, und da sich mit ziemlicher Genauigkeit eine maximale Dosis angeben lässt, welche ein Thier zu tödten im Stande ist.

Vergleichen wir diese Dosis mit der von Petri für sein Toxopepton gefundenen, so ergibt sich, dass sie niedriger ist als diese, ferner ist die Menge des im Ausgangsmaterial (Choleraeier) vorhandenen Toxins wesentlich grösser als bei Petri. Das Cholera-Toxopepton, welches ich aus einem einzigen Ei darstellte, genügte, um zehn Meerschweinchen im Verlaufe von zehn Minuten zu tödten. Füge ich noch hinzu, dass Petri's Toxopepton das Erhitzen auf 100° C. aushielt, so ist damit wohl zur Genüge erwiesen, dass das von mir aus Eiern erhaltene Toxin wesentlich verschieden ist von dem Petri'schen und toxischere Eigenschaften besitzt, als sämmtliche bisher aus Choleraculturen isolirten Producte.

Untersuchung des unlöslichen Rückstandes.

Der auf dem Filter zurückgebliebene unlösliche Rückstand wurde noch mehrmals zur möglichst vollständigen Entfernung des Choleratoxopeptons mit Wasser von 40° C. extrahirt, sodann mit Wasser aufgeschwemmt und Meerschweinchen injicirt. Die Thiere bekamen nach wenigen Minuten äusserst heftige Krämpfe am ganzen Körper und waren nach einer halben Stunde todt. Die Section ergab keine Veränderung des Darmes und der Nieren, auch sonst war ausser einem serösen Erguss in das Peritoneum und diastolischem Herzstillstand nichts Bemerkenswerthes zu beobachten. Nachdem somit die Toxicität des Rückstandes erkannt war, versuchte ich den wirksamen Körper daraus zu isoliren. Ich verwendete dazu den schon erwähnten, von der Oberfläche des Alkohols abgeschöpften Theil des Niederschlags. Derselbe löste sich in ½ % Kalihydratlösung und wurde aus dieser Lösung durch Essigsäure gefällt, im Ueberschusse der Säure trat wieder Lösung ein. Mit 7 % Kochsalzlösung behandelt, löste er sich aber sehr langsam. Aus dieser Lösung fiel er beim Verdünnen mit Wasser wieder aus und konnte so gereinigt werden. Eine Lösung der gereinigten Substanz gab Biuret- und Xantoproteïn-Reaction, ferner einen Niederschlag mit Ferrocyankali und Essigsäure. Eine Lösung in 7 % Kochsalzlösung erzeugte bei Thieren nach Injection in die Bauchhöhle heftige Krämpfe, nach 20 Minuten bis einer halben Stunde erlagen die Thiere. Bei der Section wurde niemals etwas Abnormes gefunden. Nach den Reactionen, die das zweite aus Choleraeiern isolirte Toxin gab, muss es zur Gruppe der Globuline gerechnet werden.

Vorstehende Versuche haben also ergeben, dass beim Cultiviren der Cholerabacterien bei Luftabschluss in genuinem Eiweiss bedeutend heftigere Toxine gebildet werden, als bei Luftzutritt in todtem Eiweiss. Die gebildeten Toxine gehören nicht zur Klasse der Ptomaïne, wie man früher annahm, sondern der Eiweisskörper. Von den zwei isolirten Toxinen, dem Cholera-Toxopepton und Cholera-Toxoglobulin besitzt speciell das erstere Eigenschaften, die den anaërob gezüchteten Cholerabacterien sehr ähnlich sind, ausserdem sind

die pathologischen Erscheinungen am Thiere den bei der Cholerainfection auftretenden ähnlicher als dies in früheren Versuchen der Fall war.

III. Versuche mit todten Eiweisskörpern.

Nachdem im vorigen Abschnitt mit Sicherheit erwiesen wurde, dass bei der gewählten Versuchsanordnung toxischere Körper gebildet wurden als bei den früheren Versuchen, war es interessant zu erfahren, welchen Einfluss die Anaërobiose auf die Bildung von Toxinen aus todtem Eiweiss übt.

Ich wähle zu diesen Versuchen als den am leichtesten zugänglichen Eiweisskörper das Pepton.

Die Nährlösungen hatten folgende Zusammensetzung:

10% Pepton pur. sic. (Witte),
0,5% Kochsalz,
0,1% Fleischextract.

Die Lösungen wurden theils im strömenden, theils im gespannten Dampfe sterilisirt.

Beim erstmaligen Erhitzen schied sich immer ein Niederschlag ab, der von der übrigen Flüssigkeit durch Filtriren getrennt wurde; das Filtrat trübte sich auch nach mehrmaligem Kochen nicht mehr. Die Nährlösungen wurden in Erlenmeyer'sche Kolben von 150 ccm Inhalt gefüllt, auf die Kolben ein doppeltdurchbohrter Kautschukstopfen gesetzt, durch dessen eine Durchbohrung eine Glasröhre bis auf den Boden des Gefässes reichte, während eine andere in der zweiten Durchbohrung steckende unter dem Korke mündete. Die aus dem Stopfen herausragenden Theile der Glasröhre waren unter einem rechten Winkel gebogen und trugen an ihren Enden Wattestopfen. Die fertig armirten und mit der Peptonlösung beschickten Kolben wurden nochmals sterilisirt und mit frischen virulenten Cholerabouillonculturen geimpft und im Brutkasten bei 37—38° C. drei Stunden anwachsen gelassen, sodann ein ganz langsamer Strom gereinigten Wasserstoffgases wieder während einiger Stunden durchgeleitet, so dass der Uebergang von Aërobiose zur Anaërobiose kein so schroffer war und die Bacterien Zeit hatten, sich

an die geänderten Verhältnisse zu gewöhnen; zum Schlusse wurde kurze Zeit ein rascher Strom Wasserstoffgas durchgeleitet, um die letzten Spuren Luft aus dem Kolben sicher zu entfernen. Während dessen wurden die Röhren abgeschmolzen, die Stöpsel der Sicherheit halber noch mit Paraffin gedichtet und die Kolben dann wieder in den Brutkasten gestellt.

Nach vierzehn Tagen zeigte sich ein wenn auch nur schwaches Wachsthum in der Flüssigkeit; nach zwanzig Tagen wurde mit der Verarbeitung begonnen. Der Geruch der Lösungen war nicht fäulnisartig, sondern besass das specifische, nicht unangenehme Aroma der Choleraculturen. 5 ccm der Flüssigkeit wurden einigen Meerschweinchen in das Peritoneum injicirt, die Thiere zeigten kurze Zeit nach der Injection Lähmung der hinteren Extremitäten, wurden struppig und gingen nach 9—10 Stunden ein. Die Section ergibt schwache Injection des Dünndarmes, leichte Peritonitis, Nieren nur sehr wenig hyperämisch, diastolischer Herzstillstand. Die Peptonlösung war also thatsächlich toxisch und die Symptome unterschieden sich von den durch Choleraeier erhaltenen nur dadurch, dass sie hier weniger acut verliefen als dort.

Bei der nun folgenden chemischen Untersuchung wurde das Toxingemenge wieder in derselben Weise wie früher in absoluten Alkohol eintröpfeln gelassen; es entstand ein Niederschlag von bräunlicher Farbe, der sich beim Umrühren mit einem Glasstab binnen wenigen Minuten als eine schmierige Masse an dem letzteren und an den Wänden des Glases absetzte. Der Alkohol klärte sich aber auch nach längerer Zeit nicht vollständig, sondern behielt noch eine rein weisse Trübung, die sich nach 24 Stunden in Form eines weissen Pulvers absetzte, das deutlich verschieden von dem übrigen Niederschlag war. Zur Gewinnung dieses weissen Pulvers goss ich bei einem nächsten Versuch nach völliger Abscheidung des schmierigen Niederschlages den trüben Alkohol ab und gewann so beide Körper getrennt.

Der schmierige Niederschlag löste sich leicht in Wasser zu einer gelblichen Flüssigkeit; Thiere, denen dieselbe in die Bauchhöhle injicirt wurde, tödtete sie im Laufe von ca. 20 Stunden

unter ähnlichen Symptomen wie das Petri'sche Toxopepton. Nach mehrmaligem Ausfällen mit absolutem Alkohol und wieder Aufnehmen mit wenig Wasser gelang es, eine fast völlig farblose Lösung zu erhalten, welche folgende Reactionen gab: mit Ammonsulfat, Magnesiumsulfat, phosphorsaurem Natron und Kochsalz entstanden keine Niederschläge, ebenso mit Ferrocyankali und Essigsäure; dagegen gab sie Biuretreaction, Xantoproteïnreaction, Niederschläge mit Quecksilberchlorid, Phosphormolybdänsäure, Pikrinsäure, Platinchlorid, Tannin. Der Körper war also ein Eiweiss-Derivat und gehörte zur Gruppe der Peptone; nach dem Erhitzen auf 100° C. war er noch völlig wirksam. Auf Grund dieses Befundes glaube ich ihn mit dem Petri'schen Toxopepton identificiren zu können.

Der weisse Niederschlag, der sich aus dem trüben Alkohol abschied, wurde nach völligem Entfernen des Alkohols mit wenig Wasser aufgenommen und ein Theil der Lösung Meerschweinchen intraperitoneal injicirt. Sofort nach der Injection war das Thier völlig gelähmt, es zeigte keinen Corneareflex mehr und war nach 7 Minuten todt. Die Section ergab: intensive Rosafärbung des Dünndarms und starke Hyperämie der Nieren.

Die chemische Untersuchung ergab, dass er ebenfalls der Gruppe der Peptone angehöre, da keine Niederschläge mit Ammoniumsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumphosphat, Natriumchlorid, sowie mit Ferrocyankali und Essigsäure entstanden, dagegen bewirkten Quecksilberchlorid, Tannin, Phosphormolybdänsäure, Pikrinsäure Fällungen. Gegen Hitze zeigte sich dieser Körper äusserst empfindlich, indem er bei Siedetemperatur sich sofort zersetzte, ebenso nach 24stündigem Erhitzen bei 40—45° C.

Nach dem chemischen sowohl wie nach dem toxikologischen Verhalten lag die Vermuthung nahe, dass der Körper mit meinem Cholera-Toxopepton identisch sei. Dies wurde noch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass bei einer Fällung unter Zusatz von Säuren ein im Wasser unlöslicher und nicht mehr toxischer Niederschlag entstand. Bei quantitativen Untersuchungen über die Bildung des Cholera-Toxopeptons in anaëroben Peptonculturen

musste mir wieder das Thierexperiment die Waage ersetzen, wegen der sehr schwierigen und unsichern Ueberführbarkeit des Körpers in wägbare Formen.

Dies geschah in der Weise, dass ich aus einer bestimmten Menge der Cholera-Peptonlösung das Cholera-Toxopepton in der angegebenen Weise soviel als möglich zur Ausscheidung brachte, mit Wasser löste und auf das Volum der angewandten Peptonlösung auffüllte. Von dieser Lösung wurden Meerschweinchen von möglichst gleichem Gewichte wieder verschiedene Verdünnungen in die Bauchhöhle applicirt und die Wirkungen wie in den früheren Versuchen beobachtet. Diese Versuche ergaben, dass in den Cholera-Peptonculturen weit weniger Cholera-Toxopepton gebildet wird als in den Eiern, da mit der doppelten Menge einer Peptonlösung, mit der man bei Eiern zehn Meerschweinchen zu tödten vermochte, hier nur ein Thier einging.

Wenn der frühere Versuch mit genuinem Eiweiss und Anaërobiose schon gezeigt hat, dass man unter Beachtung dieser zwei beim natürlichen Choleraprocess vorhandenen Faktoren ungleich toxischere und den natürlichen Cholerasymptomen ähnlichere Wirkungen erhält, als wie in den früheren Versuchen, bei denen diese Faktoren unbeachtet blieben, so zeigte diese letzte Versuchsweise, dass dem genuinen Eiweiss hierbei eine ganz hervorragende Rolle zukommt. Ferner beweist der Versuch die früher schon von Wood gefundene Thatsache, dass beim Uebergang von Aërobiose zur Anaërobiose ein Wachsthum der längere Zeit saprophytisch und aërob cultivirten Kommabacillen nur dann erfolgt, wenn man den Bacterien gestattet, sich allmählich an die geänderten Verhältnisse zu gewöhnen. Unsere Culturen im Laboratorium sind zum grossen Theil jahrelang vorwiegend saprophytisch in der zur Erhaltung der Virulenz wenig geeigneten Gelatine gezüchtet worden, und doch gelang es in weitaus der Mehrzahl der Fälle sie immer wieder auch an das anaërobe und parasitische Wachsthum zu gewöhnen. In der Nichtbeachtung dieser Thatsache liegt es auch, dass von anderer Seite so häufig über missglückte Versuche berichtet wird, die Cholerabacterien bei Anaërobiose zu züchten. Petri beispielsweise hat Versuche

angestellt, um zu beweisen, dass ein anaërobes Wachsthum der Cholerabacterien nicht existirt, allein seine Versuche sind eben wieder deshalb negativ für die Anaërobiose ausgefallen, weil er für seine längere Zeit saprophytisch und aërob gewachsenen Culturen die Nothwendigkeit eines mehr allmählichen Ueberganges nicht beobachtet hatte. Er impft Eier mit Cholera, schmilzt sie sofort luftdicht in Paraffin ein und wundert sich nachher, dass bei einer derartigen Versuchsanordnung kein Wachsthum erfolgt!

Bei dieser Gelegenheit darf wohl darauf hingewiesen werden, dass R. Pfeiffer a. a. O. S. 411 ausdrücklich angibt, dass die durch successive Uebertragungen auf Thiere immer besser parasitisch gewordenen Kommabacillen infolge des anaëroben Wachsthums im Darm, im Gegensatze zu den auf Bouillon starke Membranen bildenden saprophytisch und aërob cultivirten Kommabacillen, eine immer geringere Tendenz zur Membranbildung zeigen und schliesslich die Bouillon nur noch diffus trüben, ohne Membranen zu bilden. Dies ist ein andersartiger Beweis für die Gewöhnung von aërob cultivirten Saprophyten an die Anaërobiose im Parasitismus der Cholerabacterien. Damit bestätigt Pfeiffer selbst den Cardinalpunkt der früheren Forschungen von Hueppe vollständig.

Noch deutlicher habe ich diese Thatsache bei einem anderen Versuche gefunden. Diesmal habe ich die Bouillon in Reagensgläser eingefüllt, die nur lose mit Wattebauschen verschlossen waren. Je dreissig Stück dieser Röhren brachte ich in der von H. Buchner angegebenen, für Massenculturen von Hueppe in entsprechender Weise modificirten Weise in grosse cylindrische mit Glasstöpsel verschliessbare Gefässe, in welchen eben zuvor eine alkalische Pyrogallollösung bereitet worden war, die so bemessen war, dass sie aus dem anderthalbfachen Volumen Luft, als die Gefässe fassten, den Sauerstoff hätte absorbiren können. Sobald die Reagensröhren in die Gefässe gebracht worden waren, wurden dieselben geschlossen und der Deckel mit Paraffin gedichtet.

Nachdem die Gefässe drei Wochen im Brutkasten bei 37 bis 38° C. gestanden hatten, wurden sie geöffnet und die Culturen

untersucht. Dabei zeigte sich, dass dieselben stärker toxisch waren, als die in einer Wasserstoffatmosphäre gewachsenen; die chemische Untersuchung ergab wieder die Anwesenheit von Cholera-Toxopepton nebst dem Petri'schen Toxopepton. Da die völlige Absorption des Sauerstoffes in einem geschlossenen Gefäss durch Pyrogallol nach Bunsen 24 Stunden dauert, so war hier also der Uebergang aus Aërobiose in Anaërobiose ein noch milderer als in den letzten Versuchen. Die Folge davon war, dass auch das anaërobe Wachsthum und die Spaltung von Toxinen in reichlicherem Maasse erfolgte, als bei den früheren Versuchen mit Peptonlösung.

Das Choleratoxo-Globulin konnte ich, wie vorauszusehen war, in den aëroben Peptonculturen nicht nachweisen. Hiernach erweisen sich das Petri'sche Pepton und dieses Globulin als von dem zufällig gewählten Nährboden abhängige, also als nicht specifische Spaltungsproducte der Cholerabacillen.

Nach Pasteur hatte man sich gewöhnt, den Zucker als nothwendiges Nährmaterial für Anaërobiose anzusehen. Nach Nägeli hatte man dann noch dem Pepton neben dem Zucker eine derartige allgemeine Bedeutung zugemessen. Die bisherigen Versuche haben nun aber ergeben, dass dies viel zu einseitig, und höchstens für Gährungsversuche bis zu einem gewissen Grade berechtigt ist. Dagegen haben die Versuche ergeben, dass Hueppe Recht hat, wenn er die Ernährung bei Anaërobiose als eine nur speciell zu lösende Aufgabe hinstellt, und für die Anaërobiose der Parasiten die genuinen Eiweisskörper als das wichtigste Nährmaterial bezeichnet.

IV. Versuche bei Aërobiose.

Nachdem ich in diesen Versuchen den Einfluss des Nährmaterials auf die Bildung von Toxinen bei Anaërobiose gezeigt hatte, blieb mir noch übrig, zu untersuchen, wie dieselben Nährsubstrate bei Luftzutritt durch das Wachsthum der Cholerabacterien verändert werden, ob hier dieselben Toxine gebildet werden, wie bei Luftabschluss und wie es mit der Toxicität

derselben aussieht. Diesbezügliche Versuche mit todten Nährsubstraten lagen ja, wie früher schon erwähnt, in ziemlicher Anzahl von Klebs und Langer, sowie von Petri vor; dieselben hatten ergeben, dass bei Aërobiose einerseits Ptomaïne und daneben wahrscheinlich als Reste weniger weit gespaltenen Nährmaterials noch Eiweisskörper von toxischer Wirkung vorhanden sind. Da also dieser eine Theil der Frage bezüglich des todten Eiweisses beinahe schon sicher beantwortet werden konnte, legte ich in erster Linie Gewicht auf genuines Eiweiss.

Die Versuche wurden so angestellt, dass frische Eier aussen sorgfältig gereinigt und in der angegebenen Weise sterilisirt wurden, sodann an einem Ende mit einem sterilen Messer geöffnet, der Inhalt mit sterilen Pipeten entnommen und in einen grossen ebenfalls sterilen Kolben gebracht wurden. Hier impfte ich dieselben sofort mit frischen Choleraculturen, verschloss den Kolben mit einem Wattestöpsel und stellte ihn wieder in den Brutschrank. Nach 14 Tagen, während welcher Zeit der Inhalt öfter durchgeschüttelt wurde, wurde die Untersuchung begonnen. Der Inhalt der Kolben war wässrig-flüssig, besass einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Der Dotter war hier nicht schwarz gefärbt, vielmehr war noch deutlich die gelbe Farbe desselben vorhanden.

Die Eiweisskörper wurden in der schon öfter angegebenen Weise durch Ausfällen mit absolutem Alkohol niedergeschlagen, der Niederschlag nach gehörigem Auswaschen mit Wasser aufgenommen und die vom Unlöslichen abfiltrirte Flüssigkeit untersucht. Dieselbe gab Biuret- und Xantoproteïn-Reaction; es war also ein gelöster Eiweisskörper darin; die Flüssigkeit wurde behufs weiterer Reinigung noch einigemale aus Aetheralkohol umgefällt und sodann die wässrige Lösung untersucht. Niederschläge mit Salzen entstanden nicht, ebenso mit Ferrocyankali und Essigsäure, dagegen traten wieder auf Zusatz von Quecksilberchlorid, Phosphormolybdänsäure, Pikrinsäure, Platinchlorid, Tannin Fällungen ein. Der Körper war also wieder ein Pepton.

Nach intraperitonealer Injection von 5 ccm traten bei den Thieren wieder starke Lähmungen ein, von denen sie sich aber

nach Verlauf von 3—6 Stunden wieder erholten. Nach Injection grösserer Mengen gingen die Thiere nach ca. zehn Stunden zu Grunde. Bei der Section fand sich schwache Injection des Dünndarms und schwache Hyperämie der Nieren. Erhitzen auf 100° hielt der Körper eine Viertelstunde lang aus, ohne seine Wirkung zu verlieren, bei länger dauerndem Erhitzen aber verlor er die Toxicität. Durch dieses Verhalten gegen Hitze unterscheidet sich also das aërobe aus genuinem Eiweiss von Cholerabacillen gebildete Toxin von dem anaëroben Choleratoxin.

Wir sehen aus diesen Versuchen wieder den Unterschied zwischen aëroben und anaëroben Wachsthum und die nunmehr so gut wie sicher feststehende Thatsache, dass die Cholerabacterien bei Anaërobiose andere Toxine aus dem Nährsubstrat bilden als bei Aërobiose; weiter aber sehen wir, wie wenig hier mit unseren chemischen Reactionen Unterschiede in der Natur zweier Körper zu entdecken sind. Hier ist es einzig und allein das Thierexperiment, das uns als biologische Reaction über chemische Veränderungen einer Substanz Aufschluss zu geben vermag.

Worin konnte nun aber der Grund dafür liegen, dass dasselbe Bacterium aus demselben Nährboden bei Luftzutritt und Luftabschluss so verschiedene Toxine bildete? Nach der jetzigen Auffassung einer anaëroben Gährung oder Fäulnis nehmen wir mit Hueppe[1]) an, dass bei dieser Art des Wachsthums die reinste Form der Spaltung vorliegt, welche ein Organismus überhaupt auszuführen im Stande ist. Unter diesen Bedingungen ist er genöthigt, seine gesammte Energie nur durch Spaltung des umgebenden Nährmaterials zu bilden, und diese Spaltung wird hier so weit geführt, als dies der Fermentorganismus resp. Parasit in Folge seines specifischen Anstosses überhaupt vermag. Wenn wir nun sehen, dass bei Luftzutritt noch niedrigere Spaltungsproducte eintreten als bei Luftabschluss, so müssen wir hierin einen secundären Vorgang erblicken, der nur ermöglicht

1) Deutsche med. Wochenschr. 1889, Nr. 33.

wird durch den Sauerstoff der Luft. Tritt dieses Gas hinzu, so ist die Spaltung sofort nicht mehr rein, indem der Organismus daneben einen Theil seiner Energie durch Oxydation des Nährmaterials sich beschafft. Die hierbei gebildeten Spaltungsproducte sind eine Folge des Luftlebens der auslösenden Mikrobien und dürfen nicht mehr als directe Spaltungsproducte den bei Anaërobiose gebildeten an die Seite gestellt werden, von denen sie sich qualitativ unterscheiden.

Den Unterschied in der Wirkung anaërober und aërober Choleraculturen können wir uns nach dem Gesagten so erklären, dass wir das anaërobe Wachsthum auf genuinem Eiweiss als das für Toxinbildung Günstigste ansehen; hier ist die Spaltung eine reine und unter diesen Bedingungen können wir die specifischen Toxine in grösster Menge erhalten. Lassen wir aber dieselben Bacterien auf genuinem Eiweiss bei Luftzutritt wachsen, so werden sie der specifischen Wirkung des Protoplasmas gemäss zunächst auf das Eiweiss denselben Molekularanstoss ausüben wie bei Luftabschluss. Es werden in erster Linie zunächst dieselben Toxine gebildet wie dort, aber im weiteren Verlaufe des Wachsthums tritt der Sauerstoff der Luft und damit die Sauerstoffathmung der Bacterien mit in Wirkung und in Folge dessen können die gebildeten reinen primären Spaltungsproducte weiter zerlegt und oxydirt werden. Es treten Körper auf, welche sich im Darm bei Sauerstoffabschluss nicht bilden können, von denen einige vielleicht auch giftig, aber nicht mehr im Stande sind, die specifischen Krankheitssymptome der Cholera auszulösen.

Wenn diese Theorie von Hueppe, die eine wesentliche Erweiterung der Pasteur'schen Anschauungen ist, richtig ist, so müssen auch bei Aërobiose im Anfang, so lange die Spaltung trotz des Luftzutrittes noch vorherrscht und relativ rein ist und deshalb die specifischen Toxine noch nicht weiter gespalten oder oxydirt sind, die Choleraculturen trotz der Aërobiose das specifische Toxin als Spaltungsproduct enthalten und deshalb eventuell auch toxischer sein als später.

Bei diesen Versuchen musste mir wieder aus Mangel an einer exacten chemischen Bestimmungsmethode des Cholera-Toxopeptons das Thierexperiment die Stelle der Waage vertreten.

Ich verfuhr hierzu so, dass ich mit sterilen Pipetten in vier sterile Erlenmeyer'schen Kölbchen gleiche Mengen (50 ccm) frische Eier brachte, dieselben mit Cholerabacillen impfte und sie in den Brutschrank stellte. Nach drei Tagen wurde das erste Kölbchen herausgenommen, der abgemessene Inhalt in das neunfache Volumen absoluten Alkohols gegossen; der Niederschlag auf ein Filter gebracht, ausgewaschen, abgepresst und mit 50 ccm Wasser 20 Minuten lang bei 40° C. digerirt; etwa vorhandenes Cholera-Toxopepton musste in der wässrigen Lösung sein.

Ebenso verfuhr ich nach fünf Tagen mit dem zweiten Kölbchen, nach zehn Tagen mit dem dritten und nach achtzehn Tagen mit dem vierten. Von der jedesmal erhaltenen wässrigen Lösung injicirte ich Meerschweinchen je 8 ccm in die Bauchhöhle und beobachtete die eintretenden Krankheitserscheinungen. Das Resultat war Folgendes:

Nach drei Tagen: Thiere 6—8 Minuten nach der Injection gelähmt, liegen auf der Seite, richten sich aber nach 2 Stunden auf; während dieser Zeit schwache Reaction auf äussere Reize und bisweilen leichte Streckkrämpfe der hinteren Extremitäten.

Nach fünf Tagen: Thiere 2 Minuten nach der Injection gelähmt, Corneareflex nicht auslösbar, erhoben sich nach 7 bis 8 Stunden wieder.

Nach zehn Tagen: Thiere nach 8 Minuten gelähmt, schwache Reaction auf äussere Reize, erholen sich nach 3 Stunden wieder.

Nach achtzehn Tagen: Thiere zeigen nach der Injection nur leichte Lähmung der Hinterfüsse, erholen sich aber nach 1½ Stunden wieder völlig.

Wir sehen also in diesen Versuchen ganz deutlich das allmähliche Ansteigen der toxischen Wirkung bis zum fünften Tage des aëroben Wachsthums, von da an nimmt sie wieder allmählich ab und am achtzehnten Tage ist von der Wirkung des Cholera-Toxopeptons fast nichts mehr vorhanden;

es ist weiter zersetzt und in einfachere, minder giftige und schliesslich ganz ungiftige Spaltungs- oder Oxydationsproducte zerfallen.

Wenn man nach wochenlangem aëroben Wachsthum in Bouillon neben Ptomaïnen und trotz der Vernichtung der primären Toxalbumine noch, resp. von Neuem giftige Eiweisskörper findet, so hängt dies nach den Untersuchungen von Hueppe davon ab, dass allmählich mehr und mehr der aërob besonders üppig gewachsenen Kommabacillen selbst absterben, die sich in der Flüssigkeit auflösen, resp. deren Proteïne aus den todten Bacterien in die Flüssigkeit diffundiren. Diese Proteïne üben aber ebenfalls Giftwirkungen aus, die jedoch gar nichts mit der specifischen Giftwirkung bei Cholera zu thun haben, wie R. Pfeiffer meinte, sondern die, wie Hueppe[1]) gezeigt hat, Beziehungen zu der Schutzwirkung, zur Immunisirung gegen Cholera haben.

Noch einen interessanten Versuch will ich erwähnen, den ich mehr nebenbei ausgeführt habe. Es handelte sich darum, zu erfahren, ob thatsächlich ein die Oberfläche bedeckendes Häutchen von Bacterien im Stande ist, den Sauerstoff derart zu absorbiren, dass die im Innern der Flüssigkeit lebenden Bacterien gewissermassen ein anaërobes Wachsthum zu führen genöthigt sind. Dies war von Pasteur für die Fäulnis durch mehrere Organismen schon lange postulirt, aber für Zersetzungen durch einen und denselben Mikroben noch nicht gezeigt worden. Es schien mir hiezu dieses Beispiel der Cholerabacterien sehr geeignet, einerseits weil dieselben mit grosser Vorliebe bei Aërobiose Decken bilden, andererseits weil, nach den angegebenen Unterschieden in der Natur und Wirkung der aëroben und anaëroben Toxine der Nachweis des einen oder anderen nicht schwer war.

Es wurden zu diesem Zwecke wieder einige Erlenmeyer-sche Kölbchen mit Pepton beschickt, mit frischen Culturen geimpft und bei Aërobiose in die Brutschränke gestellt. Binnen einem Tage hatte sich in sämmtlichen Kolben ein Bacterienhäutchen gebildet, die Hälfte der Kolben wurde täglich dreimal

1) Berl. klin. Wochenschr. 1892, Nr. 17.

zur Zerstörung des Häutchens geschüttelt, sodass der Sauerstoffzutritt ein ungehinderter war, während in den andern Kölbchen das Häutchen nicht zerstört wurde. Nach zehn Tagen nahm ich die Kolben der einen Versuchsreihe heraus und verarbeitete sie gleichmässig auf Choleratoxopepton in der schon öfter angegebenen Weise. Hiebei zeigte es sich, dass bei den geschüttelten Kolben der über dem Niederschlage stehende Alkohol fast völlig klar war, während bei den nicht geschüttelten nach Abscheidung von Petri's Toxopepton noch eine starke Trübung des Alkohols vorhanden war, was schon von vornherein auf die Anwesenheit von sehr wenig Choleratoxopepton in der geschüttelten Peptonlösung hinwies. Der aus dem abgegossenen Alkohol sich nach Zusatz von Aether ausscheidende Niederschlag wurde in beiden Reihen mit der gleichen Menge Wassers gelöst und davon je 8 ccm Meerschweinchen ins Peritoneum gebracht. Die Lösung des aus der nicht geschüttelten Culturflüssigkeit gewonnenen Toxins bewirkte binnen fünf Minuten totale Lähmung des Thieres, von der es sich erst nach zwei Stunden wieder erholte; während die Toxinlösung aus der geschüttelten Cultur nur Lähmung der Hinterfüsse der Thiere hervorrief, von welcher sie sich im Verlauf von drei Viertelstunden wieder erholten.

Somit hat also die Bacterien-Zoogloea, welche sich auf der Oberfläche der Peptonlösung gebildet hatte, zweifellos den bei weitem grössten Theil des zutretenden Sauerstoffes absorbirt, sodass die unter derselben befindlichen Bacterien eine reinere Spaltung auszuführen vermochten, als in den geschüttelten Kolben, weil hier das gebildete Choleratoxopepton nicht weiter zerlegt wurde. Der Versuch liefert auch zugleich den experimentellen Beweis für die auf frühere Versuche mit anderen Bacterien gestützte Kritik Hueppe's gegenüber Loewenthal, weshalb in den Versuchen dieses Letzteren, zu welchen er sich eines pankreashaltigen Nährbreies bedient hatte, eine toxischere Wirkung zu beobachten war, als in den gewöhnlichen Bouillonculturen.

Meine Versuche über Cholera finden hiemit ihren Abschluss; zwar war es mir in mancher Hinsicht nicht möglich, die gestellten Fragen so exact zu beantworten, wie ich es gerne gewollt hätte;

der Grund dafür liegt grösstentheils in der Natur der Körper, mit denen ich es bei meiner Untersuchung zu thun hatte, und in dem Mangel an exacten Methoden zur sicheren Trennung und Bestimmung dieser noch so wenig bekannten und so ungemein leicht zersetzlichen Körper aus der grossen Classe der Eiweiss-Derivate. Trotzdem also vom Standpunkte der strengen Kritik sicher da und dort noch Lücken in meiner Versuchsanordnung gefunden werden, glaube ich doch zu einigen Schlüssen allgemeinerer Art aus den vorstehenden Untersuchungen berechtigt zu sein.

Als sichere Thatsache hat sich aus den Versuchen ergeben, dass *es gelingt unter Berücksichtigung der natürlichen Verhältnisse der Toxinbildung durch Cholerabacterien im Darm, nämlich der Anaërobiose und des genuinen Eiweisses, Toxine als Spaltungsproducte d. h. als Stoffwechselproducte zu erhalten.* Damit ist die Richtigkeit der auf unumstösslichen Thatsachen gegründeten Ansichten von *Hueppe* über die Cholera, die R. *Pfeiffer* als eine »blendende Hypothese« in den Schatten stellen wollte, experimentell und analytisch von Neuem bewiesen.

Diese Gifte gehören nicht, wie man früher annahm, der Classe der Ptomaïne, sondern der der *Eiweisskörper* an. Unter diesen Verhältnissen wurde ein Körper als *für die Cholera specifisch* auf *jedem* der verwendeten Nährböden gefunden, nämlich das *Cholera-Toxopepton, während das Globulin und das andere Pepton als vom Nährboden abhängig, accessorisch sich erwiesen.*

Das Choleratoxopepton zeichnet sich vor den von *Brieger* und *Fraenkel*, sowie von *Petri* bei Aërobiose aus todtem Eiweiss gewonnenen Toxalbuminen durch grössere Giftigkeit aus; die Symptome an den Versuchthieren kommen den bei der Infection durch Bacillen beobachteten in vielen Punkten (Lähmungen, Dünndarmaffectionen, Hyperaemie der Nieren) weit näher, als bei den von anderen Untersuchern gewonnenen Toxinen. Gegen Hitze und Säuren zeigt dasselbe ganz das nämliche Verhalten, wie die anaërobiotischen Cholerabacillen nach *Wood*, es wird

nämlich beide Mal wirkungslos gemacht. Der Gruppe der Enzyme gehört das Choleratoxopepton nicht an.

Ebenfalls stark toxisch ist das Choleratoxoglobulin, doch lege ich auf diesen Körper insofern keinen so grossen Werth, als ich ihn nur in den Eierculturen nachgewiesen habe.

Auf todtem Eiweiss (Pepton), wie es in den früheren Versuchen angewandt wurde, entwickelten sich die Cholerabacterien bei Anaërobiose, wenn man den Sauerstoff ganz allmählich verdrängt und sie so langsam an die Verhältnisse der Anaërobiose, der reinen Spaltung ohne Oxydation zwingt.

Unter diesen Umständen bilden sich ebenfalls Toxine und zwar konnte sicher nachgewiesen werden das Petri'sche Toxopepton und daneben aber auch in deutlichen Mengen mein Choleratoxopepton; die toxische Wirkung war hier aber weit geringer, als bei genuinem Eiweiss.

Ferner ist constatirt, dass auch auf genuinem Eiweiss bei Aërobiose sich die Specificität der Cholera-Spinochaeten deutlich bemerkbar machte, indem sie die Abspaltung desselben typischen Toxopeptons veranlassen; aber dasselbe wird später mit dem Luftzutritt und der dadurch ermöglichten Luftathmung und ihren Vortheilen für die Wärmebildung weiter zerlegt und oxydirt und dadurch entstehen nicht specifische, weniger giftige und ungiftige secundäre Körper.

Bei Aërobiose unter Anwendung von Pepton endlich ist das Wachsthum ein üppiges, was bei Aërobiose auf genuinem Eiweiss nicht der Fall ist, da hiebei wesentlich weniger Bacteriensubstanz gebildet wird. Wir haben also:

Anaërobiose: Genuines Eiweiss: üppiges Wachsthum, heftige Toxine.

Todtes Eiweiss: Bacterienwachsthum spärlich, wenig Toxine.

Aërobiose: Genuines Eiweiss: spärliches Wachsthum, wenig Toxine.

Todtes Eiweiss: üppiges Wachsthum, wenig Toxine.

Aus diesem Schema sehen wir unter welchen Umständen die grösste Toxinbildung und Toxinerhaltung stattfindet, nämlich bei Anaërobiose. Das genuine Eiweiss ist insofern von secundärer Bedeutung, als es nur das günstigste Nährmaterial ist, auf dem Bacterien bei Luftabschluss leben können. Lassen wir Luft zutreten, so ist sofort die Wirkung des genuinen Eiweiss eine andere, d. h. bei Aërobiose wachsen die Bacterien besser auf todtem Eiweiss, die Toxinabspaltung ist jedoch in beiden Fällen gering.

Die Ptomaïne im Sinne Brieger's haben für die Parasitologie der Kommabacillen keine Bedeutung, wohl aber für den aëroben Sapraphytismus derselben.

Ich habe oben das Toxopepton und die Ptomaïne als Spaltungs- resp. Stoffwechselproducte bezeichnet. Dies geht noch deutlicher aus einem Versuche von Hueppe[1]) hervor. Während ich Handelspepton nahm, aus dem das Toxopepton aus Albumose abgespalten, aber auch aus dem Pepton aufgebaut sein konnte, cultivirte Hueppe die vollvirulenten Kommabacillen in Lösungen von reinem Pepton. In diesen Lösungen wurde reines actives Toxopepton nicht gebildet, dasselbe entsteht also nicht durch Atomverschiebungen, Synthese oder Polymerisation aus todtem Pepton, sondern es entsteht in den Lösungen von Handelspepton durch Spaltung resp. durch hydrolytische Spaltung aus Albumose. Die in reinem Pepton cultivirten Kommabacillen sind aber noch giftig und lösen nach Abtödten dieselben Symptome aus, wie die auf Agar cultivirten nach R. Pfeiffer. Diese durch den negativen Sectionsbefund charakterisirten Vergiftungen haben aber, wie Hueppe[2]) experimentell feststellte, gar nichts mit der specifischen und durch ganz positiven Sectionsbefund charakterisirten Cholera-Intoxication zu thun, sondern sie stehen in Beziehung zur Möglichkeit einer Schutzimpfung gegen die Cholera durch die Proteïne der Kommabacillen.

---

1) Deutsche med. Wochenschr. 1891, Nr. 53.
2) Berl. klin. Wochenschr 1892, Nr. 17.

V. Toxalbumine bei anderen Fäulnisprocessen.

Nachdem es mir somit gelungen war, aus Choleraculturen zwei neue Eiweisskörper von stark toxischer Wirkung zu isoliren, lag die Vermuthung nahe, dass derartige Substanzen auch in anderen natürlichen Fäulnisgemengen sich vorfinden, speciell wenn die Untersuchung in einem bestimmten Stadium der Zersetzung vorgenommen wird.

Brieger[1]) war ja bekanntlich der erste, der sich eingehender mit diesen Fäulnissprocessen speciell des Fleisches beschäftigt hatte, und es war ihm auch gelungen, daraus eine Reihe von Körpern zu isoliren, welche durch ihre Eigenschaft zu krystallisiren der Analyse zugänglich waren, infolgedessen es auch möglich war, wenigstens von einem Theil derselben eine rationelle Formel zu finden und sie mit schon bekannten auf synthetischem Wege dargestellten Körpern zu identificiren. Diese Körper gehören zum grössten Theile der Gruppe der organischen Basen an und wurden von Selmi Ptomaïne genannt. Die hauptsächlichsten derselben waren Cadaverin (Pentamethylendiamin), Putrescin, Cholin, Neuridin, Trimethylamin u. a. Da nun die Ausbeute an diesen Ptomaïnen immer eine äusserst geringe war, und die pathologische Wirkung sowohl qualitativ als quantitativ immer wesentliche Differenzen zeigte von der Wirkung des Ausgangsmaterials, so lag einerseits die Vermuthung nahe, dass neben den gefundenen Ptomaïnen noch eine Reihe anderer Toxine vorhanden sein müssen, welche der Untersuchung noch nicht zugänglich gemacht werden konnten. Andererseits aber war die Ansicht, dass Brieger's Ptomaïne zum Theil Laboratoriumsproducte sind, auch nicht so über allen Zweifel erhaben, wie es von verschiedenen Seiten hingestellt wird. Eine endgiltige Entscheidung über diese Frage kann jetzt natürlich noch nicht gefällt werden, da die Zahl der Untersuchungen noch eine zu beschränkte ist.

In den folgenden Untersuchungen habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, einige häufigere Formen der Fäulnisvorgänge in

1) Brieger über Ptomaïne I, II, III, Berlin. Hirschwald.

der angegebenen Richtung auf die Anwesenheit toxischer Eiweisskörper zu untersuchen. Als Richtschnur dienten mir hiebei die Erfahrungen, welche ich bei den diesbezüglichen Untersuchungen über Cholera gesammelt hatte; auch hier zog ich es vor, die Eiweisskörper nur durch Alkohol und nicht durch Salze und nachheriges Dialysiren zu erhalten, da, wie gesagt, bei dieser Art des Arbeitens eine Zersetzung dieser Körper durch Hitze oder secundäre Fäulnisprocesse am ehesten umgangen wird.

In der ersten Versuchsreihe nahm ich als Ausgangsmaterial wieder genuines Eiweis in Form von frischen Hühnereiern. Dieselben wurden in einen Kolben gebracht und mit einem Fäulnisgemenge inficirt, das ich durch Faulenlassen von etwas rohem Fleisch erhalten hatte. Von Reinculturen ging ich in allen diesen Versuchen nicht aus, um möglichst die natürlichen Verhältnisse inne zu halten und weil diese Versuche nur als eine erste Orientirung dieses nach der angegebenen Richtung noch nie durchforschten Gebietes dienen sollten. Die Eier liess ich bei einer Temperatur von 20° C. faulen, nach einem Tage schon entwickelte sich ziemlich viel Gas, das zum grössten Theil aus Kohlensäure und Schwefelwasserstoff bestand; nach einigen Tagen wurde der Inhalt wässrig flüssig. Am 6. Tag wurde die Untersuchung begonnen und zwar zuerst ein Thierversuch angestellt, um mich über die Toxicitätsverhältnisse der Flüssigkeit zu orientiren. Drei Meerschweinchen erhielten je fünf ccm der gefaulten Eierlösung intraperitoneal injicirt. Die Thiere wurden bald nach der Injection an den hinteren und vorderen Extremitäten gelähmt, nach einer halben Stunde traten ziemlich heftige Krämpfe anf, welche bis zu dem zwei bis drei Stunden nach der Injection erfolgten Tod anhielten. Section ergab: Peritonitis, Injection der Dünndarmgefässe, die Nieren zeigten keine Veränderung.

Die nun folgende chemische Untersuchung wurde damit begonnen, dass ich das Fäulnisgemenge in das neunfache Volumen absoluten nicht angesäuerten Alkohol eintrug, den Niederschlag auf das Filter brachte, mit Alkohol auswusch, abpresste, und sodann mit einer dem Volum der angewandten Fäulnisflüssigkeit gleichen Menge Wasser zwanzig Minuten bei 40° C.

digerirte, vom ungelösten abfiltrirte, und mich zunächst wieder durch den Thierversuch von der Giftigkeit der Lösung überzeugte. Zwei Meerschweinchen erhielten je 2 ccm der Lösung intraperitoneal, injicirt. Die Thiere waren sieben bis neun Minuten nach der Injection völlig gelähmt und reagirten nur wenig auf äussere Reize. Nach einer halben Stunde begannen Zuckungen der hinteren Extremitäten, welche ungefähr eine Stunde anhielten; nach drei bis vier Stunden erholten sich die Thiere wieder, doch hielt die Lähmung der hinteren Extremitäten noch einige Stunden an. Injicirte ich grössere Mengen, acht bis neun ccm, so gingen die Thiere nach vier Stunden zu Grunde. Die Section ergab leichte Peritonitis, schwache Injection der Dünndarmgefässe.

Der wässrige Auszug war also stark toxisch und ergab ganz ähnliche Symptome an dem Thier, wie das Ausgangsmaterial, wenn es auch etwas schwächer in seiner Wirkung war. Zum Zwecke der Reinigung wurde das in der Lösung befindliche Toxin mehreremal aus Aetheralkohol umgefällt. Die Lösung der gereinigten Substanz brachte im Thiere ganz die nämlichen Erscheinungen hervor, wie der erste wässerige Auszug.

Die Lösung gab folgende Reaction: Biuret-Reaction, Xantoproteïnreaction, Rotfärbung mit Millon's Reagens, Magnesiumsulfat, Ammoniumsulfat, Kochsalz, Phosphorsaures-Natron, Ferrocyankali und Essigsäure brachten keine Niederschläge hervor, dagegen Quecksilberchlorid, Platinchlorid, Pikrinsäure, Tannin, Phosphormolybdänsäure. Gegen Hitze war der Körper ziemlich beständig. Viertelstündiges Erhitzen auf 100° C. zerstörte seine Wirkung noch nicht, während dies bei halbstündigem Erhitzen der Fall war. Nach diesem Verhalten ist der Körper als ein Pepton anzusprechen, durch sein Verhalten gegen Hitze ist er aber deutlich verschieden vom Choleratoxopepton und dem Toxopepton Petri's.

Als meine Versuche mit Eiern zu einem positiven Resultate geführt hatten und somit gezeigt war, dass auch bei den gewöhnlichen Fäulnisprocessen Toxalbumine gebildet werden, untersuchte ich auch gefaultes Fleisch, da dasselbe zu Vergiftungen

häufig Anlass gibt und daher auch mehr allgemeines Interesse besitzt. Zu diesen Versuchen benützte ich ein Kilo Rindfleisch, dasselbe wurde von Fett und Sehnen sorgfältig befreit und in kleine Stücke zerschnitten in einen Kolben gebracht. Hier übergoss ich es mit einer sterilen 0,6 % Kochsalzlösung, so dass es eben feucht war und liess es fünf Tage bei 20° C. faulen. Hierauf presste ich die Faulflüssigkeit möglichst vellständig ab und laugte den Pressrückstand mit etwas reinem Wasser bei 40° C. zwanzig Minuten lang aus, worauf ich wieder abpresste und mit der ersten Faulflüssigkeit vereinigte.

Zwei Meerschweinchen erhielten je fünf ccm der Flüssigkeit in die Bauchhöhle injicirt. Die Thiere fielen bald nach der Injection auf die Seite, bekamen aber keine Krämpfe, und gingen nach einer halben Stunde ein. Die Section ergab Peritonitis, Röthung des Dünndarms.

Die Flüssigkeit wurde nun wieder mit absolutem Alkohol gefällt und wieder wie früher behandelt; auch hier resultirte ein Körper, der seinen Reactionen nach ein Pepton war, und dessen Wirkung auf das Thier hauptsächlich eine lähmende war mit starkem Reiz auf den Darm. Von den früheren toxischen Peptonen unterschied er sich wieder nur durch ein etwas anderes Verhalten gegen Hitze. Auch hier konnte man mit chemischen Reactionen absolut keinen Unterschied finden.

Durch halbstündiges Kochen der Lösung des durch mehrmaliges Umfällen möglichst gereinigten Peptons blieb die Toxicität erhalten, erst nach anderthalbstündigem Erhitzen auf 100° C. war sie vollständig vernichtet.

Auch hier finden wir wieder wie bei dem Versuch mit den gefaulten Eiern eine fast völlige Uebereinstimmung der pathologischen Wirkung des Ausgangsmaterials und des Toxins. Ich muss diese Thatsache deshalb hervorheben, weil Brieger bei seinen Versuchen mit Ptomainen eine derartige Uebereinstimmung nicht immer gefunden hat. Für die Annahme, dass Brieger's Ptomaine theilweise vielleicht Laboratoriumsproducte sind, spricht die von mir gefundene und früher schon allerdings in einer etwas anderen Richtung von Oliveri angegebene

Thatsache, dass die Anwendung von Säuren zu diesem Zwecke durchaus nachtheilig ist, ferner dass beim Erhitzen die toxischen Eiweisskörper vernichtet werden.

Dazu kommt noch der Umstand, dass es nach meiner Methode leicht gelingt, schon in geringen Mengen gefaulten Fleisches das Toxin nachzuweisen und wenn ich auch weit entfernt bin, anzunehmen, dass die von mir in Fäulnisgemengen gefundenen toxischen Peptone die einzigen Toxine sind, welche darin vorkommen, so glaube ich doch, dass wir auf diesem neuen Wege speciell auch in forensisch-toxikologischer Hinsicht mehr Erfolg erwarten dürfen als bisher. Eine directe Verwendbarkeit der Ptomaïne Brieger's bei derartigen Untersuchungen ist bis jetzt in den meisten Fällen einfach deshalb nicht möglich gewesen, weil sie in den gefaulten Substanzen in viel zu geringer Menge und erst in späteren Stadien der Fäulnis gefunden wurden. Dies ist aber bei den Toxalbuminen nicht der Fall. Schon aus einem Stück Rindfleisch von der Grösse eines Beefsteak, das zwei Tage lang gefault war, ist es mir durch Extrahiren der Toxine durch Wasser bei 40° C. gelungen, so viel davon zu erhalten, dass nach Injection der Flüssigkeit in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens dieses 2½ Stunden gelähmt war.

Vergleichen wir die Symptome der Cholera asiatica mit denen der Cholera nostras oder einer Vergiftung, die durch gefaultes Fleisch, gefaulte Eier etc. entstanden ist, so ergibt sich dabei unleugbar eine grosse Aehnlichkeit und die Unterschiede liegen hauptsächlich in dem mehr oder minder acuten Charakter der Vergiftungssymptome, was wohl dadurch bedingt ist, dass diese specifischen Gifte noch Wirkungen auf specifiisches Protoplasma ausüben. Diese Thatsache findet durch meine Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade eine Erklärung, indem sie zeigen, dass bei allen diesen Processen Toxalbumine entstehen, die einander sowohl in chemischer als auch in pathologischer Hinsicht ungemein ähnlich sind. An dieser Stelle will ich noch erwähnen, dass es mir einmal gelungen ist, aus dem Darminhalte eines an Cholera nostras verstorbenen

Kindes, den ich durch die Liebenswürdigkeit des I. Assistenten der pathologischen Anatomie Herrn Dr. v. Wunschheim erhielt, nach der schon mehrfach beschriebenen Methode einen toxischen Eiweisskörper zu erhalten, der bei Thieren starke Lähmungen und leichte Streckkrämpfe, die ca. 2½ Stunden anhielten, hervorrief und der gegen Hitze nur wenig widerstandsfähiger war als das Choleratoxopepton.

Wenn wir nun noch die verschiedenen bei diesen Zersetzungen nebenbei gebildeten, mehr oder weniger stark toxischen Stoffwechselproducte und das in einem Fall mehr, im andern Fall weniger starke Vorherrschen der Toxalbumine in Betracht ziehen, so können wir uns auch sehr wohl die Unterschiede im klinischen Bilde dieser verschiedenen Vergiftungen denken.

Ich bin natürlich weit entfernt, diese meine Versuche als auch nur annähernd endgiltige bezeichnen zu wollen, aber doch sind dadurch wieder neue Fingerzeige gegeben, in welcher Richtung eine Erklärung dieser bei Vergiftungen beobachteten ähnlichen Symptome vielleicht möglich wäre. Zu einem endgiltigen Abschluss in dieser Frage werden wir aber erst dann gelangen können, wenn unsere Kenntnisse über die Eiweisskörper im Allgemeinen und die Zusammensetzung dieser Körper im Speciellen von chemischer Seite noch bedeutend vergrössert sind.

Ueber die Verunreinigung der Zimmerluft durch salpetrige Säure (Untersalpetersäure) als Produkt der künstlichen Beleuchtung.

Von

Alfred von Bibra,
approb. Arzt.

Wir sind gezwungen, den grössten Theil unseres Lebens in geschlossenen Räumen zuzubringen. Daher hat es für uns die grösste Bedeutung, dass die Luft derselben beständig Verunreinigungen durch den menschlichen Lebensprocess, durch Heizung und künstliche Beleuchtung, d. h. durch die langsame oder lebhafte Verbrennung organischer Materie erfährt. Das Hauptprodukt dieser chemischen Processe ist — vom Wasser abgesehen — die Kohlensäure. Man pflegt daher den CO_2-Gehalt einer Zimmerluft als den sichersten Maassstab für jene Verunreinigungen zu betrachten, da man der Ansicht ist, dass im grossen und ganzen die übrigen Producte der Verbrennung bei sonst gleichen Verhältnissen in relativ gleichen Mengen, wie die Kohlensäure geliefert werden.

Nach diesem Grundsatze handelten Zoch[1]), Fischer[2]) u. v. a. bei ihren Untersuchungen über den Einfluss der künstlichen Beleuchtung auf die Zimmerluft. Sie beschränkten sich darauf, den Kohlensäuregehalt derselben genau zu ermitteln, wenn eines der verschiedenen Leuchtmaterialien brannte, und stellten danach eine Scala über die verunreinigende Wirkung der einzelnen Stoffe auf.

---

1) Zeitschrift f. Biologie. III. S. 117 mitgetheilt d. Gorup-Besanez.

2) Dingler's polytechn. Journal. 1883. 248. S. 375 ff.

Da man nun wusste, dass die Kohlensäure allein in viel grösseren Mengen, als sie der Zimmerluft durch die künstliche Beleuchtung mitgetheilt werden, unschädlich sei, so war es für den Werth jener Untersuchungen entscheidend, ob jenes constante Verhältnis zwischen der Kohlensäure und den anderen Verbrennungsproducten, das man bisher vorausgesetzt hatte, auch wirklich bestehe. Dass dies wenigstens bei den unverbrannt entweichenden Kohlenwasserstoffen nicht der Fall sei, wurde von Erismann[1]) nachgewiesen. Diese überraschende Thatsache liess Zweifel aufkommen, ob jene Relativität nun für die übrigen Producte noch gelten könne, und forderte dazu auf, dieselben zunächst einmal im einzelnen quantitativ zu bestimmen. Es lag nahe, vor allem das Augenmerk auf die höheren Oxyde des N zu richten, deren Bildung beim Verbrennungsprocess seit einiger Zeit von den Chemikern lebhaft erörtert worden ist.

Es kommen hier vor allem in Betracht:

1) Stickoxyd NO.
2) Salpetrigsäureantydrid N_2O_3 oder NO-O-NO.
(Das Vorkommen des Hydrats HNO_2 im freien Zustande ist sehr zweifelhaft.)
3) Stickstofftetroxyd oder Untersalpetersäure NO_2 o. N_2O_4.
4) Salpetersäure HNO_3.

Es erwies sich nun als besonders schwierig, zu entscheiden, welcher von diesen Stoffen hauptsächlich bei der Verbrennung entstehe, eine Frage, die gerade für die Hygiene von grosser Bedeutung ist. Man muss diese Schwierigkeit, die in unserer mangelhaften Kenntnis jener Verbindungen begründet ist, soweit als möglich zu heben suchen, wenn man zu den Angaben der Forscher die richtige Stellung gewinnen will. Deshalb sind einige theoretische Vorbemerkungen nothwendig.

Zunächst steht fest, dass Stickoxyd an der Luft nicht lange bestehen kann, da es sofort in Tetroxyd überzugehen pflegt. Salpetrigsäureanhydrid und Untersalpetersäure (d. h. Stickstoff-

---

1) Zeitschrift f. Biolog. XII. S. 350.

tetroxyd) sind erst seit nicht zu langer Zeit als verschiedene Körper bekannt. Wenigstens im flüssigen Aggregatzustande. Ob aber salpetrige Säure in Dampfform, insbesondere bei höheren Temperaturen, überhaupt existiren könne, ist noch immer zweifelhaft. Während G. Lunge[1]) behauptet, dass zwar ein kleiner Theil sich beim Verdampfen dissociire, »aber ein ansehnlicher Rest selbst bei grossem Luftüberschuss und hohen Temperaturen unzersetzt bleibe«, sagt Witt[2]), dass die salpetrige Säure sich im Momente des Freiwerdens in NO u. N_2O_4 zersetze, also sei der sog. salpetrigsaure Dampf nur eine Mischung von NO u. N_2O_4. Er kann für seine Ansicht die Thatsache[3]) geltend machen, dass in dem Spektrum des N_2O_3 zahlreiche dunkle Linien sich finden, die mit den für die Untersalpetersäure charakteristischen genau übereinstimmen. Da es nun einerseits nachgewiesen ist, dass N_2O_4 bei den höchsten Hitzegraden beständig bleibt, andererseits von A. Crove[4]) z. B. die Temperatur eines Argandbrenners annähernd auf 1372° bestimmt worden ist, so ist schon a priori wahrscheinlich, dass bei der lebhaften Verbrennung N_2O_4, nicht N_2O_3 entsteht. Durch Reactionen ist die Frage leider nicht zu entscheiden, denn die Erkennungsmittel der N_2O_3 sind auch diejenigen der N_2O_4. Man weiss allerdings, dass, wenn N_2O_4 in H_2O geleitet wird, folgende Umsetzung eintritt.

$$NO_2 - O - NO + HOH = NO_2 - OH + N\,O - OH.$$

Gibt also z. B ein Absorptionswasser, durch welches Luft geleitet wurde, die Reactionen der salpetrigen und der Salpetersäure, so ist der Schluss gestattet, dass die Luft Untersalpetersäure enthielt. Man könnte dann nach Bestimmung der salpetrigen Säure die Menge der Untersalpetersäure berechnen. 1 Mol. HNO_2, das man findet, entspricht 2 Molekülen Untersalpetersäure, wenn man für dieselbe die Formel NO_2 annimmt.[5])

1) Bericht d. dtsch. chem. Ges. 1879. S. 357. 1882. S. 495a.

2) Bericht d. chem. Ges. 1879. S. 2188.

3) Brewster. Pogg 28. p. 385. — E. Luck, Zeitschr. f. analyt. Ch. 8. 402. — J. Moser, Wiedem. Ann. 2. 139.

4) Compt. rend. LXXXVII p. 979.

5) Feldhaus, chem. Centralbl. 1863. S. 528. — Zeitschr. f. analyt. Ch. I. S. 426.

Wir suchten nun, im Folgenden eine kurze Zusammenstellung der Angaben zu liefern, die sich in der chemischen Literatur über die Entstehung der N-Oxydationsproducte bei der Verbrennung finden. Schon am Ende des vorigen Jahrhunderts waren mehrere Gelehrte Englands und Frankreichs der Meinung[1]), dass sich bei der Verbrennung des Wasserstoffs Salpetersäure bilde.

Saussure[2]) glaubte, es bilde sich dieselbe nur dann, wenn H im Ueberschusse von O brenne. Kolbe[3]) stimmt ihm zu. Bence Johnes[4]) fand stets Salpetersäure als Nebenproduct bei der Verbrennung von H, Alkohol, Wachskerzen, Kohlenstoff, Kohlenoxyd. Die erste Angabe, dass sich Salpetrige Säure bei jeder Verbrennung bilde, rührt von Böttger[5]) her.

Unterdessen war jedoch von Schönbein eine Behauptung aufgestellt worden, die geeignet war, die Tragweite jener Entdeckung für lange Zeit zu verdunkeln. Derselbe glaubte (1844) gefunden zu haben[6]), dass sich bei lebhafter Verbrennung stets Ozon bilde. Daran knüpfte sich ein eifrig geführter Streit, der für unsere Frage von grosser Bedeutung ist. Denn die Anhänger Schönbein's waren mehr oder weniger geneigt, der salpetrigen Säure neben Ozon und Wasserstoffsuperoxyd, das sie in den Producten der Verbrennung noch entdeckt hatten, erst die dritte Stelle anzuweisen. So Struve[7]), C. Than[8]), der im Absorptionswasser bei Verbrennungsversuchen mit Bunsenschen Gasbrennern keine salpetrige Säure finden wollte, Radulocovitsch[9]), schliesslich Löw[10]). Gegen letzteren wendet sich vor allem

1) Kopp: Gesch. d. Ch. III. p. 277.
2) Ann. d. chim. t. 71. p. 283.
3) Ann. d. Chem. u. Pharm. 59. S. 208.
4) Phil. Transact. 1851. t. II. p. 399.
5) Jahresber. ü. d. Fortsch. d. Chem. 1861. S. 153.
6) Berzelius: Jahresber. 1846. S. 100.
7) N. Petersb. Acad. Bull. 15. 325. — Chem. Jahresber. 1870. p. 209.
8) Ch. J. B. 1870. p. 216. — Journ. f. prakt. Chem. I. 415. — Bull. soc. chim. 14. 151. — Sill. Am. J. 50. 255.
9) Ber. d. d. chem. Ges. 1874. S. 1454.
10) Zeitschr. f. Chem. 1870. 65. — Chem. J. B. 1870. 218.

Böke[1]), welcher bei den Versuchen Löw's nicht Ozon, sondern die höheren Oxyde des Stickstoffs gefunden haben will.

Auch A. W. v. Hofmann[2]) beobachtete bei der Verbrennung einen Dampf, der röthlich war und nach salpetriger Säure roch. Phil. Zoeller und E. A. Greete[3]) wiesen in sehr exacten Versuchen, bei denen völlig reiner Wasserstoff in reiner Luft brannte, in dem Condensationswasser bedeutende Mengen von salpetriger Säure durch Jodkaliumstärkekleister und Griess'sches Reagens nach.

M. Berthelot[4]) und Stohmann[5]) fanden bei Verbrennung N haltiger Stoffe salpetrige und Salpetersäure resp. Untersalpetersäure.

An anderer Stelle[6]) machte Berthelot auch darauf aufmerksam, dass Ozon und salpetrige Säure in einem feuchten Gasgemisch nicht zusammen existiren könnten.

Auf diesen Umstand legt auch Wrigt[7]) Gewicht, der in den Verbrennungsgasen des Leuchtgases mit den verschiedensten Reagentien salpetrige Säure nachwies.

Leeds[8]), dessen Versuche ähnlich wie bei Zöller und Greete angeordnet waren, fand Ozon in keinem Falle, dagegen salpetrige Säure in ziemlicher Menge.

C. Wurster[9]) wollte nun zwar neuerdings mit seinem sehr empfindlichen Tetramethylparaphenylendiaminpapier Ozon bei lebhafter Verbrennung nachgewiesen haben, doch gab er selbst zu, dass auch durch salpetrige Säure das Papier in ähnlicher Weise verändert werde.

1) Chem. News 22. 57.
2) Berl. Ber. 1870. S. 658.
3) Ber. d. chem. Ges. 1877. 2144. b.
4) Compt. rur. 89. p. 882.
5) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 19. S. 142.
6) Ann. chim. phys. 14. p. 367.
7) Chem. Soc. J. 37. 422. — Chem. News. 41. 169. — Chem Ind. 1880. 207.
8) Ann. Chem. Soc. J. 1884. 3. — Chem. News. 49. 237.
9) 1886. Ber. d. d. chem. Ges. 3202. 3206.

Schliesslich veröffentlichte Louis Ilosvay de N. Ilosva[1]) eingehende Versuche über die Frage, deren Ergebnis war: dass nicht Ozon und Wasserstoffsuperoxyd bei der lebhaften Verbrennung sich bilden, sondern die höheren Oxyde des Stickstoffs, die durch die Reactionen der salpetrigen und Salpetersäure nachgewiesen werden.

Die quantitative Bestimmung der höheren Oxyde des N, die sich bei der Verbrennung nicht Nhaltiger Stoffe bilden, wurde zuerst von Rubner[2]) nach der Methode von Schlösing[3]) ausgeführt.

Er fand auf ca. 1 g verbranntes Naphtalin oder Stearin 0,7 mg NO_3H, nachdem er vorher die salpetrige Säure durch Auswerten mit übermangansaurem Kali bestimmt hatte.

Auch Ed. Cramer[4]) war bemüht, insbesondere für die N_2O_3, absolute Werthe zu bekommen. Er nimmt eine directe Oxydation des N in der Flamme an, »dabei wird Stickoxyd gebildet, das sofort O aufnimmt und in Untersalpetersäure, d. h. Tetroxyd übergeht«. Er glaubte diesen Körper durch den Geruch deutlich in den Verbrennungsgasen zu erkennen.

Auch Rubner[5]) hatte den Geruch nach Untersalpetersäure bei der Verbrennung Nhaltiger Stoffe im Calorimeter mit solcher Constanz wahrgenommen, dass er an der Intensität desselben controlirte, wie viel N Oxydationsproducte durch Verflüchtigung verloren gingen. Cramer liess die Flammen unter einem umgekehrten Trichter brennen. Die aufsteigende Luft wurde in einen mit Eis gekühlten Kolben geleitet. In dem Condensationswasser war stets salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak nachzuweisen. Die Bestimmung der salpetrigen Säure

1) Bull. soc. chim. d. Par. 1889. II. p. 377 ff. — Ber. d. d. chem. Ges. 1889. 793c ff.

2) Zeitschr. f. Biolog. XXI. S. 270.

3) Zeitschr. f. analyt. Ch. I. S. 38. — Ann. d. Chim. 3. sér. Tom. 40. 479. — Journ. f. prakt. Chem. 62. 142.

4) Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg. 1891. 65 ff. — Archiv f. Hygiene. X. p. 321.

5) a. a. O.

geschah durch Diamidobenzol in einem Wolff'schen Kolorimeter. Die Ergebnisse waren nicht gleichmässig. Cramer erklärt dies aus der Ungleichheit der Verbrennung und der Zerlegung der Untersalpetersäure durch Wasser. Er fand für ein Gramm verbranntes Stearin

0,126	0,193
0,199	0,322 mg NO_2H.

Alle diese Werthe sind bedeutend geringer, als die mit dem Calorimeter ermittelten. Es fällt dabei vor allem ins Gewicht, dass die Salpetersäure ausser Acht gelassen wurde. Leider besteht kein constantes Verhältnis zwischen salpetriger Säure und Salpetersäure, wie es theoretisch angenommen werden könnte (s. o.). Nach Rubner war das Verhältnis, als die Untersalpetersäure durch wenig Wasser absorbirt wurde (250 ccm), wie 1 : 2, bei der achtfachen Menge (1 l) aber wie 1:5. Cramer nimmt daher an, dass mindestens doppelt soviel N Oxydationsproducte entwickelt worden seien, als er gefunden.

Auf Veranlassung des Herrn Professor Emmerich habe ich selbst zu bestimmen gesucht, welche Mengen salpetriger Säure der Luft eines Zimmers durch die Gasbeleuchtung mitgetheilt werden. Es hat ein besonderes Interesse, gerade die Wirkung dieser Art der künstlichen Beleuchtung zu studiren, weil dieselbe für das öffentliche Leben zur Zeit noch die grosse Bedeutung hat, wie das Petroleum für das private. Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass die Gasbeleuchtung in kleineren Räumen die Luft bald drückend macht und leicht das Gefühl der Unbehaglichkeit, selbst Kopfschmerzen erzeugt. Ja Casimir Wurster[1]) will sogar bei den Bewohnern eines Hauses, das nur mit Gas beleuchtet war, fast durchweg Katarrh beobachtet haben. Er führt diese schädliche Wirkung vor allem auf die salpetrige Säure zurück. Allerdings hat man Grund anzunehmen, dass dieselbe bei der Verbrennung des Leuchtgases in besonders grosser Menge entsteht. Einmal begünstigt die hohe Flammentemperatur (s. o.) die directe Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs, welche bei der Verbrennung stickstofffreier Substanzen zur Bildung

1) Gasbel. u. elektrisches Licht. Papier-Zeitg. 62. 1887.

der höheren Oxyde des Stickstoffs Veranlassung gibt. Dann aber enthält jedes Leuchtgas nicht unbedeutende Mengen von Stickstoffverbindungen. Schwefelcyan, Cyan, freier Stickstoff, spielen wohl meist nur eine unbedeutende Rolle. Wohl zu beachten ist jedoch der Gehalt des Leuchtgases an Ammoniak, der in den Elementaranalysen durch die Stickstoffvolumprocente seinen Ausdruck findet. Nun enthält nach Fischer[1]) und Schilling[2]) das Gas in

Marburg	2,2	Vol.	Proc.	N.
Königsberg	1,0	»	»	»
Heidelberg	3,0	»	»	»
Dresden	4,0	»	»	»
Hannover	2,0	»	»	»

Nach Erkundigungen, die ich persönlich in der Münchner Gasanstalt einzog, ergaben 3 Gasanalysen im Winter 1892 folgende Werthe:

3,8; 4,2; 4,8 Vol. Proc. N.

Nun bilden sich bei der Verbrennung von NH_3, selbst im reinen O, wie Berthelot bei Bestimmung der Verbrennungswärme desselben fand, sicher die höheren Oxyde des Stickstoffs, vor allem die Untersalpetersäure.

Die Versuche waren nun auf folgende Weise angeordnet. Die Luft eines Raumes, in dem 10 Gasflammen brannten, wurde mit Hilfe eines auf Liter geaichten Aspirators, theils durch 20 ccm einer $^1/_2$ % Na_2CO_3-Lösung, theils durch dieselbe Menge einer 0,2 %-NaOH Lösung gesaugt. Dieselbe befand sich in dem Absorptionsapparat von Archarow[3]).

Die Luft wurde dem Versuchsraum etwas unter Kopfhöhe entnommen, nicht in der Nähe einer der Flammen, die alle in 2 m Höhe brannten. Dieselben wurden gewöhnlich 1 bis 2 Stunden vor Anfang des Versuchs, d. h. bevor mit dem Aspiriren der Luft begonnen worden war, angezündet. Dann wurde auf ein möglichst gleichmässiges Ablaufen des Aspirators

1) Chem. Technolog. S. 963.
2) Handbuch der Gasbeleuchtung. S. 90.
3) Archiv f. Hyg. XIII. 1891. 235.

gesehen, um bei der sich stets ändernden Beschaffenheit der Luft, soweit als thunlich, genaue Mittelwerthe zu bekommen. Sobald der Aspirator abgelaufen war, wurden die Flammen gelöscht. Die dadurch erfolgende langsame Abnahme der Zimmertemperatur bedingte eine stetige Zusammenziehung der Luft im Aspirator, welche sich in dem beständigen Fortwirken der aspirirenden Kraft desselben noch eine Zeit lang äusserte.

Die absorbirte salpetrige Säure wurde mit der Griess'schen Reaction folgendermaassen colorimetrisch bestimmt. Als Reagens diente eine Lösung, die nach G. Lunge[1]) aus 300 ccm verd. Essigsäure, 0,5 Sulfanilsäure, 0,1 Naphtylamin dargestellt war. (Beide letztgenannte Körper sind dem Verwittern stark ausgesetzt und wurden daher möglichst frisch bezogen.) 1 ccm der Lösung wurde zu den 20 ccm der Absorptionsflüssigkeit zugesetzt, deren Alkali vorher durch 1 ccm Essigsäure gebunden war. Zur Anstellung der Vergleichsreactionen liessen wir in dem chem. Laboratorium von Bender und Hobein zu München eine Normalnitritlösung nach Trommsdorf[2]) bereiten, welche wir, um eine Veränderung des Titers zu vermeiden, in einer grünen Flasche im Dunkeln aufbewahrten. 1 ccm derselben enthielt 0,01 mg NO_2H.

Die entsprechenden Mengen dieser Normallösung wurden mittels einer auf 10tel ccm geaichten graduirten Pipette abgemessen. Zu jeder Vergleichslösung wurden 20 ccm Soda- bezw. NaOH-Lösung, 1 ccm Essigsäure und 1 ccm Griess'sches Reagens hinzugesetzt.

Wir nahmen die Reactionen in einfachen Glascylindern, sog. Standards, vor, die bis zur Höhe von 16 cm mit destillirtem Wasser angefüllt, gerade 100 ccm fassten. Wir konnten also Schichten von ganz gleicher Dicke und Höhe vergleichen. Die starke Verdünnung, die wir auf diese Weise vornahmen, erfüllte noch einen andern, wesentlichen Zweck. Wenn bisher die Griess'sche Reaction colorimetrisch so wenig verwendet worden ist, so kommt dabei allerdings auch das langsame Eintreten der

1) Zeitsch. f. angew. Ch. 1889. 666. 667.
2) Kubel-Tiemann-Gärtner. Untersuch. d. Wassers. 1889. S. 355.

Reaction in Betracht, ein Umstand, der erst ½ Stunde nach Beginn ein Urtheil über den Ausfall gestattet.[1])

Mindestens dieselbe Bedeutung hat aber die Ueberempfindlichkeit der Reaction, die zwar einen Nitritgehalt von 1 : 100 Millionen noch erkennen lässt[2]), doch bei einem Gehalt von 1 : 200000 den Azofarbstoff nach kurzer Zeit zur unlöslichen Abscheidung bringt[3]). Zudem ist ein Vergleich der tieferen Schattirungen des Azofarbstoffs schwierig und hat unsichere Ergebnisse. In Erwägung dieser Umstände erklärte wohl Ilosvay die Reaction für colorimetrisch untauglich, obwohl er gerade ihre qualitative Zuverlässigkeit fester begründet hatte.

Durch die Verdünnung der Absorptionsflüssigkeit auf 100 ccm gelang es nun in der That, sehr bequem vergleichbare Farbentöne herzustellen, selbst bei relativ hohem NO_2H-Gehalt. Da nun aber bei schwacher Färbung besonders sichere Resultate erzielt werden, liessen wir bei den letzten Versuchen, bei denen zudem die wirksamere NaOH-Lösung als Absorptionsmittel diente, nur 5 l statt 20 l aspiriren. Um die Wirkung des H_2O_2 auszuschliessen, wurden sämmtliche Reactionen so vorgenommen, dass selbst das zerstreute Tageslicht nur in geringem Grade Zutritt hatte. Die Erfahrung, dass sich in jedem Laboratorium, in dem einige Gasflammen brennen, das Griess'sche Reagens oder Lösungen, die damit versetzt waren, bald in oberen Schichten stark röthen, zwang dazu, das Reagens in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel aufzubewahren und die Reaction nicht im Versuchsraum vorzunehmen, sondern in einem grossen, nicht benutzten Laboratorium, bei offnen Fenstern, ohne stark zu schütteln. Die Cylinder, in denen wir die Reactionen anstellten, wurden oben durch planparallele Glasplatten verschlossen. Da nach Ilosvay[4]) die Ausathemluft auch salpetrige Säure enthält, so wurde das Ausblasen der Flüssigkeiten aus der Pipette thunlichst vermieden. Durch mehrere Controlversuche wurde festgestellt,

1) Dr. Löw. Ber. d. d. chem. Ges. 1890. 1444a.
2) Ilosvay, l. c.
3) Löw, l. c.
4) l. c. Ber. 798c. — B. soc. chim. 388—391.

dass destillirtes Wasser, Soda resp. NaOH-Lösung und Essigsäure frei von salpetriger Säure waren.

Dass die gefundenen Werthe relativ niedrige waren, durfte nicht überraschen. Es war eben die ganze Versuchsanordnung derart, dass absolute Werthe für die Luftverunreinigung durch die Beleuchtung nicht gefunden werden konnten, da eine grosse Fehlerquelle bestehen blieb: die natürliche Ventilation. Wir verzichteten von vornherein darauf, die ganze Menge der von einer Leuchtgasflamme producirten N Oxydationsproducte direct zu finden, da es für die Hygiene ein unmittelbares Interesse hat, zu erfahren, wie hoch unter täglich gegebenen Bedingungen der Gehalt einer Zimmerluft an salpetriger Säure steigen kann. Freilich haben streng genommen solche Versuche nur Werth für das Zimmer, in dem sie angestellt werden. Aber man kann auf indirectem Wege absolute Werthe von allgemeiner Gültigkeit finden, wenn man die Ventilationsgrösse des Versuchsraumes mit in Betracht zieht. Es war darauf unter den vorliegenden Verhältnissen um so mehr Rücksicht zu nehmen, als dieselben erwarten liessen, dass jene ein sehr beachtenswerther Factor sein werde.

Denn es diente zu den Versuchen ein geräumiges Laboratorium, das 89 qm Grundfläche, 4,8 m Höhe, 427,7 cbm Inhalt hatte; ein Eckzimmer, mit je zwei grossen Fenstern an den beiden Flanken. Der vorspringenden Ecke gegenüber befindet sich eine Thür, die auf einen grossen Gang mündet und während der Versuche nicht durchweg verschlossen gehalten werden konnte. Die Temperatur des Raumes stieg regelmässig bis auf 30 bis 40° C.

Die Bestimmung der Ventilationsgrösse wurde nun folgendermaassen vorgenommen. Nachdem ein Versuch gerade beendet, und die Flammen gelöscht waren, wurden zwei Kohlensäurebestimmungen gemacht. Nach einer Viertelstunde wurde dies wiederholt. Es wurde ein Tag gewählt, an dem Windstärke und Temperaturdifferenz, die für die natürliche Ventilation die grösste Bedeutung haben, nur mittlere Werthe erreichten. Die zu untersuchende Luft wurde stets den gleichen Schichten entnommen,

die Thür war fest verschlossen, ebenso alle Abzüge. Das Barytwasser wurde in den Absorptionsflaschen möglichst in gleichen Zeiträumen geschüttelt und erst dann in die Absitzflaschen bei offenen Fenstern gegossen, wenn der Raum völlig ausgelüftet war.

Die ersten Bestimmungen ergaben nun einen durchschnittlichen Kohlensäuregehalt von 5,031 ‰, die zweiten von 4,562 ‰. Setzt man diese Werthe in die Seidel'sche Formel[1]) für die Ventilationsgrösse ein,

$$\chi = 2{,}303 \text{ m} \log. \frac{p_1 - a}{p_2 - a}. \text{ cbm},$$

in der m den Kubikinhalt des betreffenden Raumes = 427,7, p_1 und p_2 die gefundenen Werthe für den Kohlensäuregehalt des Raumes, a den CO_2-Gehalt der freien Luft bedeuten, so ist die Ventilationsgrösse einer Viertelstunde

$$\chi = 45{,}67 \text{ cbm}.$$

Also strömen in den Versuchsraum während einer Viertelstunde 45,67 cbm Luft ein. Wir haben nun ein Mittel an der Hand, den gesammten Luftwechsel während eines Versuches zu berechnen und dann aus dem gefundenen Gehalt eines bestimmten Luftquantums an salpetriger Säure zu schliessen, wie viel insgesammt von dieser Substanz producirt wurde. Auch der gesammte Gasverbrauch konnte leicht berechnet werden, da durch genaue Versuche der stündliche Consum einer Gasflamme auf 315 l bestimmt war. Aus diesen Zahlen nun war ohne Schwierigkeit zu ermitteln, wie viel etwa 1 l Gas an salpetriger Säure producirt hatte. Nebenstehende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Versuchsresultate.

Die Ergebnisse sind nicht ganz gleichmässig, sie schwanken im ganzen etwa in denselben Grenzen, wie diejenigen Cramer's. Doch wir brauchen dafür nicht allein, wie jener, die ungleiche Verbrennung und den ungleichen Zerfall der Untersalpetersäure in salpetrige Säure und Salpetersäure verantwortlich zu machen; da die auffälligsten Differenzen durch die verschiedene Wirksamkeit der Absorptionsmittel erklärt werden. Denn bei An-

1) Prausnitz: Grundzüge der Hygiene. S. 240.

wendung der 0,2 % Natronlauge war die Ausbeute eine bedeutend grössere, als die durch Na_2CO_3, trotzdem nach G. Lunge[1]) salpetrige Säure in Natronlauge nicht ohne Verlust zu absorbiren ist, da sie zum Theil in NO und Salpetersäure zerfällt.

	Brennzeit in Stunden	Zahl in Flammen	Absorptionsmittel	Aspirirte Luftmenge in l	Darin salpetrige Säure in mg	Salpetrige Säure (mgr) in cbm	1 l Gas producirt salpetrige Säure in mg
I	10	10	Na_2CO_3	20	0,03	1,5	0,1092
II	9,5	10	Na_2CO_3	20	0,025	1,25	0,09036
III	7	10	Na_2CO_3	20	0,02	1,0	0,07739
IV	9	8	Na_2CO_3	20	0,015	0,75	0,0685
V	9,30'	10	Na_2CO_3	20	0,025	1,25	0,09036
VI	10	10	Na_2CO_3	20	0,02	1,0	0,0716
VII	9,30'	10	Na_2CO_3	20	0,025	1,25	0,09036
VIII	10	10	Na_2CO_3	10	0,0095	0,95	0,068
IX	7	10	NaOH	5	0,01	2,0	0,2454
X	7,5	10	NaOH	5	0,01	2,0	0,1521
XI	7	10	NaOH	6	0,01	1,666	0,1293
XII	9	15 10 Schutt 5 Schlg.	NaOH	2	0,004	2,0	0,118

Da die eben erwähnte Umsetzung umsoweniger auftreten soll, je geringer die Temperatur des Absorptionswassers ist, so wurde bei den Versuchen IX und X der Archarow'sche Apparat in einen Cylinder getaucht, in welchem sich geeistes Wasser von etwa 7° C befand. In der That ergaben diese Versuche die höchsten Werthe.

Von einer procentualen Berechnung der gefundenen salpetrigen Säure musste Abstand genommen werden. Denn es zeigte sich bei den Versuchen, wie bei denen Erismann's, dass eine Reduction der aus den gefundenen Gewichtsmengen berechneten Gasvolumina nicht sicher auszuführen sei, da bei den grossen Schwankungen der Temperatur während der Dauer des Versuchs ein mittlerer Werth schwer zu finden war.

Wir müssen schliesslich besonders darauf hinweisen, dass höchst wahrscheinlich, wie schon an verschiedenen Stellen auseinandergesetzt wurde, die Zahlen für die salpetrige Säure min-

1) Ber. d. chem. Ges. 1879. S. 2100.

destens verdoppelt werden müssen, wenn man von der Gesammtmenge der N Oxydationsproducte, vor allem der Untersalpetersäure, die sich bei der Verbrennung bildet, eine Vorstellung gewinnen will.

Wir hätten nun noch die wichtige Frage zu entscheiden, ob die Beimischung der N Oxydationsproducte überhaupt als eine Verunreinigung der Zimmerluft aufzufassen sei. Vorerst würde es sich darum handeln, die Schädlichkeit der salpetrigen resp. Untersalpetersäure im allgemeinen nachzuweisen.

Da sich nun aus der sog. rauchenden Salpetersäure stets reichlich Dämpfe von Untersalpetersäure entwickeln, so hat man nicht nur in Salpetersäurefabriken, sondern auch in Anilin- und Nitrobenzinfabriken, in chemischen Laboratorien, bei Gürtlern, Verzinnern, Vergoldern, Arbeitern in der Münze, welche alle Salpetersäure massenhaft verwenden, eine Menge von Einzelbeobachtungen darüber machen können, wie das »salpetrigsaure Gas« in grösseren Quantitäten wirkt.

Es sind tödliche Vergiftungen vorgekommen, vor allem beim Zerbrechen grösserer Ballons, die mit Salpetersäure gefüllt waren. Falck[1]) zählt mit denen von Hüsemann[2]) 15 Todesfälle durch salpetrigsaure Dämpfe. Solche Beobachtungen sind beschrieben von Charier[3]), Sucquet[4]), Desgranges[5]), Eulenberg[6]), Purcell[7]), Schmitz[8]), R. Pott[9]).

Die Symptomatologie und pathologische Anatomie dieser Fälle ist für unsere Frage von grosser Bedeutung. Die Vergifteten unterlagen meist geraume Zeit (11, 28, 40 Stunden), nachdem sie der Einwirkung des Gases entrissen waren.

---

1) F. A. Falck. Lehrbuch d. prakt. Toxicologie. 1880. S. 64.
2) Hüsemann. Lehrbuch d. Toxicologie.
3) Bull. de la soc. med. d'émulat. 1823.
4) Journ. d. méd. 1860.
5) Journ. d. méd. t. 8.
6) Die Lehre von d. gift. Gasen. 1865. S. 251.
7) Med. a. Surg. Report. 1872. p. 313.
8) Berl. Kl. W. Schr. 1883. S. 428. 1884. No. 27. S. 335.
9) D. med. Woch. 1884. 29 bis 30.

Als erstes Symptom zeigte sich Reizung der Nasenschleimhaut, die Respiration wurde unregelmässig, es trat Athemnoth auf, verbunden mit zusammenschnürendem Gefühl in der Kehle. Durch Reizung der Bronchien entstand Husten. Schliesslich kam es zur Orthopnoe mit grossem Angstgefühl, bis unter asphyktischen Erscheinungen der Tod eintrat. Auf die gastrischen Erscheinungen, wie Uebelsein und Erbrechen ist wohl weniger Gewicht zu legen. Die Section ergab alle Zeichen des acuten Lungenödems.

Bei oft wiederholter Einwirkung können sich übrigens nach Eulenberg Nachkrankheiten von monatelanger Dauer ausbilden, die mit beständigem Husten, reichlichem Auswurfe und starker Athembeklemmung verbunden sind und unter vielem Leiden zum Tode führen. Eulenberg will dies bei einem Telegraphenassistenten beobachtet haben, der beständig die salpetrigsauren Dämpfe einer galvanischen Batterie einathmete.

Hirt[1]) freilich ist nach den Erfahrungen, die man in Saarau bei Breslau gemacht habe, der Meinung, dass die fortgesetzte Einathmung von salpetrigsauren Dämpfen, wenn die Menge desselben nicht mehr als 1 bis 2 % der Luft betrage, auf die Dauer weder lästig falle, noch schädlich sei. Die anfängliche Reizung der Nasenschleimhaut werde bald überwunden. Erst später stellten sich Blutüberfüllung und leichter Katarrh der Respirationsschleimhäute ein. Nur bei höchst sensiblen Personen werde der Katarrh chronisch und bedinge eine erhöhte Disposition zu Erkrankungen der Respirationsschleimhäute. Im schlimmsten Falle könnten sich Erscheinungen des Emphysems ausbilden. Nun ist aber von Lehmann[2]) für Salzsäuregas, von Ogata[3]) für schwefligsaures Gas durch exacte Thierversuche nachgewiesen worden, dass die Angaben Hirt's nicht zuverlässig sind, und dass vor allem seine Grenzwerthe für die Schädlichkeit eines Gases viel

1) Gewerbe-Hygiene. 1871. S. 81. — Gasinhalationskrankheiten u. s. w. Breslau und Leipzig. Hirt & Sohn. 1873.

2) Arch. f. Hyg. 1886. S. 117.

3) Arch. f. Hyg. Bd. II. 1884. S. 223.

zu hoch gegriffen sind. Also ist auch seinen Angaben über die geringe Schädlichkeit der salpetrigsauren Gase nicht unbedingt Glauben zu schenken.

Nun darf man aber durchaus nicht vergessen, dass die oben geschilderten Erscheinungen keineswegs in Dämpfen der reinen salpetrigen Säure ihre Ursache hatten. Es ist daher nicht gestattet, dieselben ohne weiteres als physiologische Wirkung der salpetrigen Säure aufzufassen. Um von dieser ein klares, unverfälschtes Bild zu bekommen, bedarf es exacter Thierversuche mit jener Substanz.

Schon Nysten[1]) hat solche Versuche angestellt. Dieselben sind neuerdings durch Eulenberg[2]) ergänzt worden. Dieser bemerkte: Zuerst stets Reizung der Nasenschleimhaut. Nach 3 bis 7 bis 14 Min. trat der Tod ein unter allgemeinen Convulsionen und bei krampfhafter Inspiration (Asphyxie). Bei der Section fand sich acutes Lungenödem und chocoladenfarbenes Blut.

O. Lassar[3]) und Hirt[4]) waren nun der Meinung, dass bei diesen Versuchen Eulenberg's die Thiere einfach am O Mangel zu Grunde gegangen seien. Ersterer machte ebenfalls Thierversuche mit dem Gas und schloss daraus, dass dasselbe relativ unschädlich sei, da es zu den irrespirablen gehöre, und nichts davon ins Blut übergehe. Dasselbe beeinträchtige nur die Gesammternährung, indem es den O Gehalt der Luft herabsetze.

Nun hatte aber schon vor geraumer Zeit A. Gamgee[5]) die Beobachtung gemacht, dass durch Nitrite, gleichviel welches ihre Basis sei, folgende Veränderungen im Blute hervorgebracht würden:

1. Die Farbe ist chocoladenbraun, das Spectrum verändert.

2. Die Zusammensetzung des Farbstoffs kann nicht stark alterirt sein, da die Einwirkung von reducirenden Substanzen genügt, um den normalen Zustand wieder herzustellen.

1) Recherches de physiol. et de chim. path. Paris. 1811.
2) a. a. O. 244.
3) Zeitschr. f. physiol. Chem. I. p. 165. 1877—78.
4) Hirt: Gewerbehygiene. 1871. p. 81.
5) On the action of nitrits on Blood: Transact. of Roy. Soc. Edinburgh 7. Mai 1868. 589—625.

3. In der Verbindung des Blutfarbstoffs mit den Nitriten ist speciell der locker gebundene Sauerstoff weder ausgetrieben, noch sonst beseitigt, im Gegentheil scheint der O so fest gebunden, dass weder CO, noch das Vacuum ihn zu entfernen vermag.

Dieselbe Beschaffenheit des Blutes fand Jolyet und Regnard[1]) nach Einathmung von Amylnitrit. Im spektroskopischen Bild erkannten sie als charakteristisch, dass die beiden Oxyhämoglobinstreifen viel schwächer, und im Roth ein deutlich dunkler Streifen zu sehen war, der nach einer Stunde wieder verschwand. Es lag nun der Gedanke nahe, dass der Blutbefund Eulenberg's bei seinen Thierversuchen mit salpetriger Säure, die Lassar als einfache Erstickungserscheinungen aufgefasst hatte, auf die eben bezeichneten Veränderungen hindeuteten.

Doch konnte die Ansicht Lassar's erst dann als widerlegt gelten, wenn man fand, dass das Blut nach Einathmung von salpetriger Säure dieselben charakteristischen Eigenschaften zeige, die Gamgee zuerst beschrieben. Dies gelang in der That P. Giacosa[2]), einem Schüler Hoppe-Seyler's, der vor kurzer Zeit das Methämoglobin durch die Reaction mit Schwefelammonium genauer charakterisirt hatte.[3]) Giacosa war der erste, der klarlegte, dass die Veränderungen des Blutfarbstoffs, die sowohl beim Athmen des Amylnitrits und der salpetrigen Säure, als auch bei der subcutanen Injection von Kaliumnitrit entstehen, auf der Bildung von Methämoglobin beruhten. Er konnte diese Substanz nicht nur dann im Blute nachweisen, wenn er die salpetrigsauren Dämpfe vermittelst einer in die Trachea eingeführten Cannüle athmen, sondern auch, wenn er Kaninchen durch eine fest um die Schnauze gelegte Kappe Luft zugehen liess, der nur geringe Mengen von salpetriger Säure beigemischt waren.

Auch das Symptombild (steigende Frequenz des Pulses bei verlangsamter Respiration) zeigte grosse Aehnlichkeit mit dem durch Amylnitrit erzeugten. Trotzdem muss betont werden, dass

1) Gaz. med. de Paris. 1876. No. 29. p. 340.
2) Zeitschr. f. physiolog. Chem. 1879. III. p. 54.
3) Zeitschr. f. physiolog. Chem. 1878—79. II. p. 152.

ein grosser Theil der Wirkung des letzteren nach Tappeiner[1]) dem »Amyl« zugeschrieben werden muss, da Anklänge daran bei allen Alkoholen und Aethern sich finden. Dieser Ansicht wird von Kraft-Ebing[2]) beigestimmt, der darauf aufmerksam macht, dass die Dämpfe des Aethylnitrits das Gefässsystem kaum afficiren, während das Amylnitrit schon in den kleinsten Dosen complete Gefässlähmung im Carotidengebiete herbeiführt. Doch leugnet hinwiederum Tappeiner nicht, dass die salpetrige Säure auch eine entscheidende Rolle spiele, zumal da gerade über die Nitrite im allgemeinen schon manche toxikologischen Untersuchungen vorliegen.

Dieselben gewinnen nun durch den Nachweis Giacosa's, dass freie salpetrige Säure im wesentlichen ebenso wirkt, wie die Nitrite, für unsere Frage erhöhte Bedeutung.

So fand Barth[3]), dass Chilisalpeter nur deshalb für das Vieh gefährlich werden könne, weil beim Digeriren desselben mit Körnerfrüchten aus den Nitraten oft Nitrite entständen.

Binz[4]) bringt das Gift von der Haut und vom Magen aus bei und unterscheidet drei Symptomgruppen, solche, die

1. vom Gesammtnervensystem,
2. vom Respirationssystem,
3. vom Magen-Darmkanal

ausgelöst werden.

Es treten besonders hervor die Narkose und Dyspnoe, bei der Section findet man Entzündung der Magen-Darmschleimhaut.

H. Meyer[5]) und Feitelberg[6]) machten vor allem die Beobachtung, dass durch Einführung von Nitriten auf subcutanem Wege eine bedeutende Abnahme der Blutkohlensäure, also auch der Alkalescenz, stattfinde. Dies bedinge eine starke Ernährungsstörung der Blutkörperchen, die nach Feitelberg geschrumpft

1) Tappeiner: Lehrbuch der Arzneimittellehre. 1890. p. 174, 175.

2) Lehrbuch der Psychiatrie. 1890. Stuttgart, Enke, p. 156.

3) J. A. D. Toxikologische Untersuchungen über Chilisalpeter. 1879. Dessau.

4) Arch. f. exp. Path. u. Pharm. XIII. 1881. 133.

5) Arch. f. exp. Path. u. Pharm. XVII. 1883. p. 304.

6) Einfluss einiger Gifte auf die Alkalescenz des Blutes. Dorpat. 1883.

und zackig gefunden werden. Auch L. Lewin[1]) machte Thierversuche mit Nitriten und konnte stets Methämoglobin im Blute nachweisen, ja, wenn die Vergiftung langsam verlief, auch reducirtes Hämatin. Die Symptome vom Centralnervensystem und Magen-Darmkanal, auf die Binz so grosses Gewicht legt, scheint er weniger beobachtet zu haben, dagegen hebt er hervor: Unruhe, klonische Krämpfe und erhöhte Respirationsfrequenz.

Lewin hatte seine Versuche hauptsächlich zum Vergleich mit der Wirkung eines andern Giftstoffs, des Hydroxylamin, angestellt. Raimondi und Bertoni[2]) hatten zuerst die überraschende Mittheilung gemacht, dass selbst bei geringen Gaben von Hydroxylamin im Blute der Kalt- und Warmblüter salpetrige Säure nachzuweisen sei. Man könne dieselbe leicht mittels der Reaction von Griess im Filtrate des Blutes erkennen, welches von Farbstoff völlig frei ist. Binz[3]) bestätigte diese Angabe und sprach, wie die beiden Forscher, die Vermuthung aus, dass die salpetrige Säure an erster Stelle für die Giftwirkung des Hydroxylamins verantwortlich gemacht werden müsse. Lewin konnte nun zwar auch nach Darreichung von Kaliumnitrit salpetrige Säure im Blute nachweisen. Doch bemerkte er, dass die Wirkung des Hydroxylamins viel intensiver sei. Dieser Umstand fand u. a. darin seine Erklärung, dass durch Hydroxylamin sehr schnell die Streifen des reducirten Hämatins im Blutspektrum hervorgerufen wurden. Nitrite bringen dies erst in grossen Dosen zu Stande. Trotzdem hält Lewin an der Annahme von Raimondi, Bertoni und Binz fest, indem er meint, dass die salpetrige Säure aus dem Hydroxylamin in statu nascendi austrete und dadurch zu heftigeren Wirkungen befähigt werde. Dem widersprechen Balp[4]) und O. Löw[5]). Dieser glaubt nicht, dass die Giftigkeit des Hydroxylamin allein auf der Entwickelung von salpetriger Säure

---

1) Arch. f. exp. Path. u. Pharm. XXV. 1889. p. 304.

2) Rendiconti del reale istituto Lombardo di Scienze e lettere. Ser. II. Vol. XV. 1882. p. 122. — Maly's Jahrbuch. Th. Ch. 1882. p. 147.

3) Virchow's Archiv. Bd. 113. 1.

4) Gazz. degli Ospedali. 1887. No. 66.

5) Sitzungsber. der Ges. für Morphol. u. Physiol. i. M. 1889. III. 126.

beruhen könne, da beide Substanzen verschieden auf niedere thierische und pflanzliche Organismen wirkten. Das erste ist nur in schwach alkalischer oder neutraler Lösung schädlich, salpetrige Säure dagegen nur als freie Säure, nicht als Salz, als welches es sogar eine gute N Quelle abgeben kann. Freilich entspricht dies nicht den Angaben von Molisch[1]), der beobachtet haben will, dass Nitrite von den Pflanzen im Boden ganz gemieden werden. Dieselben sollen schon in 0,1—0,01 % Lösung schädlich wirken.

Es ist immerhin auffallend, dass M. Hay[2]) bei Untersuchungen über ein anderes sehr heftiges Gift, das Nitroglycerin, zu ähnlichen Anschauungen wie Lewin kam. Er war überrascht, zu beobachten, dass dasselbe fast die gleichen Symptome hervorbringe, wie Amylnitrit und Kaliumnitrit. Es gelang ihm, die Bildung von salpetriger Säure nachzuweisen, wenn er eine Nitroglycerinlösung mit Blut bei Körpertemperatur digerirte.

Es dürfte nicht so leicht sein, zu entscheiden, inwieweit wirklich die salpetrige Säure an der starken Giftwirkung des Hydroxylamin und des Nitroglycerin betheiligt ist, bis man nicht der Frage näher tritt, ob nicht aus den Nitriten durch die Körpersäfte bedeutend geringere Mengen von salpetriger Säure freigemacht werden, als aus jenen Substanzen. Doch würde die Lösung dieses Problems ja nur für den Grad der Giftigkeit der freien salpetrigen Säure in Betracht kommen, an der Thatsache, dass dieselbe auf die niederen wie höheren Organismen einen stark schädlichen Einfluss ausübt, ist nicht mehr zu zweifeln. Wohl bestehen noch einige Meinungsverschiedenheiten in Betreff der Symptome, die vom Gesammtnervensystem und vom Magen-Darmkanal ausgehen, doch ist man einig darüber, dass vor allem die Respirationsorgane, zumal, wenn salpetrige Säure als Gas eingeathmet wird, afficirt werden. Es geht damit Hand in Hand jene stets beobachtete Veränderung des Blutes, die in der Bildung von Methämoglobin ihr Merkmal hat. Bei

---

1) Ber. d. Akad. d. Wissenschaften in Wien. 1887. No. 11. p. 132.
2) The practitioner. 1883. 422 bis 433.

Untersuchungen über die zahlreichen Stoffe, die diese Veränderung im Blut hervorbringen, wies P. Dittrich[1]) nach, dass in der Schnelligkeit und Intensität der Wirkung die Nitrite obenan stehen.

Ueber die Tragweite dieser Blutveränderung ist noch nicht viel Sicheres bekannt. Es scheint festzustehen, dass bei geringeren Graden der Methämoglobinbildung eine völlige restitutio ad integrum möglich ist und für gewöhnlich auch stattfindet, doch können die Blutkörperchen bei schwerer Belastung mit diesem Stoffe nach Dittrich[2]) auch nachträglich zu Grunde gehen. Ein viel schwereres Symptom ist jedenfalls das Auftreten von reducirtem Hämatin, das von Lewin auch nach lange fortgesetzten, kleinen Nitritgaben beobachtet wurde. Es ist noch nicht gelungen, aus demselben, wie aus dem Methämoglobin, wieder Hämoglobin zu bilden; sein Auftauchen deutet auf eine Zerstörung des Blutfarbstoffs.

Wir haben eben zu schildern versucht, wie weit man bisher in der Erkenntniss der Wirkung der salpetrigen Säure überhaupt gelangt ist. Die vorliegende Frage stellt uns nun noch bestimmtere Aufgaben. Es kommt darauf an, zu entscheiden, inwieweit die salpetrige Säure in der Concentration, welche sie in den Verbrennungsgasen erreichen kann, den Organismus zu schädigen vermag. Leider ist diese Frage noch so gut wie gar nicht bearbeitet. Nur einige Versuche, bei denen Verbrennungsgase eingeathmet wurden, können vielleicht als Beitrag zur Lösung derselben angesehen werden. Denn dass die viel reichlicher producirte CO_2 nicht das schädliche Agens der Verbrennungsgase sein kann, geht daraus hervor, dass dieselbe, z. B. bei den Versuchen von Cramer, nie die Menge von 1,9 Vol. % überstieg. Es ist nämlich aus den Versuchen von Regnault, Reiset und von Pettenkofer bekannt, dass die CO_2 bis zu 4 % in der Athemluft ohne Schaden ertragen wird. Die schweflige Säure und andere können wohl schon wegen ihrer geringen Menge kaum in Frage kommen.

1) Arch. f. exp. Path. u. Pharm. XXIX. 1891. p. 247.

2) a. a. O.

Vor allem hat C. Wurster[1]) über solche Versuche Mittheilungen gemacht. Er will jugendliche, gesunde Respirationsschleimhaut des Menschen durch das wenige Stunden fortgesetzte Einathmen der Verbrennungsproducte des Leuchtgases nicht nur zur Entzündung gebracht, sondern auch kleine Blutergüsse erzielt haben, die nach 24 Stunden oder erst viel später als eitriger Schleim erschienen. Er will öfters durch dreitägiges Einathmen solcher Gasluft die feinen Ergüsse bis in die Bronchien hineingetrieben haben. Die kleinen Blutergüsse machten sich bei jungen, vollblütigen Menschen rascher bemerkbar, dagegen bei Schleimhäuten, die schon erkrankt, dauernd mit zähem, dickem Schleim belegt seien, trete die Einwirkung nicht so lästig hervor; doch finde sie gleichwohl in den Lungen statt, wo die eitrigen Schleimmassen oft lange Zeit unbemerkt liegen blieben. W. nimmt dann an, dass die salpetrige Säure, der er alle diese Wirkungen zuschreibt, in Gegensatz zu schwefliger und Salzsäure die Schleimhaut nicht reize, sondern die Nervenelemente dauernd lähme und tödte, ohne einen Beweis dieser Behauptung anzutreten.

Cramer[2]) glaubt auf seine eignen Versuche hin, die Angaben Wurster's in Zweifel ziehen zu können. Er athmete selbst die Luft eines Zimmers, in dem mehrere Gasflammen brannten, durch den Freiluftathmer, dessen Schlauch durch die durchbohrte Thür geführt war, um die Wirkung von Wärme und Wasserdampf auf den Körper auszuschliessen. Er athmete die Luft nur kurze Zeit ein, um das Geruchsorgan nicht abzustumpfen. Die salpetrige Säure resp. Untersalpetersäure wurde immer zuerst unangenehm empfunden. Cramer hatte das Gefühl der Trockenheit in der Nase, wie bei beginnendem Schnupfen. Sehr bald stumpft sich das Geruchsorgan gegenüber der Wirkung der Säure ab, und man kann die Luft stundenlang weiterathmen ohne Symptome.

Dann setzte Cramer ein Meerschweinchen in eine Glocke,

---

1) a. a. O. — Die Temperaturverhältnisse der Haut u. ihre Beziehungen zu Erkältung u. Katarrh. Berlin. 1887. p. 15.

2) a. a. O.

in die aus dem Abzugsrohr des Blechcylinders (s. o.), in welchem die Leuchtstoffe brannten, die Verbrennungsgase zuströmten. Die Luft war sehr stark verunreinigt. Cramer versuchte, dieselbe zu athmen. Doch musste er sofort von dem Vorhaben abstehen, weil ihn die höchst unangenehme Empfindung auf der Nasenschleimhaut dazu zwang. — Am ersten Tage ertrug das Thier ohne andere Symptome als die einer frequenten Athmung die Einwirkung der Verbrennungsgase. Eine ungenügende Zufuhr von O oder CO_2-Vergiftung kann durchaus nicht in Frage kommen. Nachts wurde das Thier aus der Glocke genommen und bekam zu fressen. Am zweiten Tage wurde das Thier unruhig, am dritten starb es. Bei der Section zeigte sich beiderseits eine Entzündung der Lungen, »die jedoch nicht weit genug fortgeschritten war, um den Tod zu erklären«. Ein anderes Meerschweinchen, das an 5 Tagen immer eine Reihe von Stunden den Verbrennungsgasen ausgesetzt war, wurde getödtet. Es fand sich beginnende lobuläre Pneumonie. Ein drittes, das ebenso mehrere Tage 10 bis 12 Stunden die Gase athmete, blieb gesund, so dass es oft noch zu anderen Versuchen verwendet werden konnte.

Aus den Versuchen Cramer's scheint uns eins mit grosser Deutlichkeit sich zu ergeben: dass in den Verbrennungsproducten des Leuchtgases die salpetrige Säure das hauptsächlich schädliche Element darstellt. Denn bei den beiden Kaninchen, die Cramer secirt hat, zeigen die Veränderungen in den Lungen grosse Aehnlichkeit mit denen, welche man bei Vergiftungsfällen und Thierversuchen mit salpetriger Säure fand. Leider hat Cramer, wie es scheint, das Blut der Thiere nicht auf Methämoglobin untersucht. Jedenfalls ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Blutbefund die mangelnde Erklärung für den Tod des ersten Thieres hätte liefern können.

Wenn nun Cramer, gestützt auf seine Erfahrungen bei jenen Versuchen, die Gasbeleuchtung für relativ unschädlich erklärt, so glaube ich doch, auf die Thatsache hinweisen zu müssen, dass unter dem Einfluss der N Oxydationsproducte eine Schädigung der Respirationsschleimhäute stattfindet, daneben aber höchst wahrscheinlich Methämoglobin im Blute gebildet wird.

Es ist nun nicht anzunehmen, dass diese Einwirkungen, besonders wenn sie sich oft wiederholen, spurlos am Organismus vorübergehen. Es ist vielmehr sehr gut denkbar, dass die Alterirung der Lungenschleimhaut durch die geringen Mengen der salpetrigen Säure, wie sie in den Verbrennungsproducten der Leuchtstoffe sich finden, ein Glied in der Kette der praedisponirenden Momente für die Ansiedlung von Mikroorganismen bildet. Nicht unmöglich ist ferner, dass mit der Methämoglobinbildung eine Minderung der Widerstandskraft des Blutes gegen dieselben Elemente Hand in Hand geht.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Emmerich für die Zuweisung des Themas, wie auch für die liebenswürdige Unterstützung mit Rath und That meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Prüfung der ärztlichen Thermometer.

Seit 1885 gibt es im Deutschen Reich eine amtliche Prüfung der ärztlichen oder sogenannten Fieber-Thermometer. Als man sie einführte, wollte man der grossen Unzuverlässigkeit entgegentreten, unter welcher diese wichtigen Instrumente litten, und welche leider zum Theil auch heute noch nicht ganz beseitigt ist. Eine recht stattliche Höhe erreicht die Zahl der Thermometer, welche bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg und bei der unter technischer Controle der letzteren stehenden Grossherzoglich sächsischen Prüfungsanstalt für Thermometer in Ilmenau alljährlich zur Prüfung gelangen. Um so bedauerlicher aber ist es, dass selbst heute noch zahlreiche Aerzte über das Wesen dieser amtlichen Prüfungen wenig unterrichtet sind, und diese Unkenntnis es manchen Verfertigern und Händlern von Thermometern ermöglicht, diese gemeinnützige Einrichtung zum eigenen Vortheil in ungehöriger Weise auszunutzen. Die amtlichen Prüfungsstellen versehen nämlich nicht nur die von ihnen untersuchten Instrumente mit einer Aetzstempelung, sondern geben ihnen auch Prüfungsscheine bei, welche durch das aufgedruckte Stempelzeichen des Reichsadlers deutlich als amtliche gekennzeichnet werden. Es kommen aber zahlreiche Thermometer in den Handel, welche einer amtlichen Prüfung nicht unterlagen und gleichwohl mit Prüfungsscheinen versehen sind, nur dass letztere in der Regel vom Verfertiger selbst herrühren, welcher weder die erforderliche Unparteilichkeit, noch auch meistens die für solche Prüfungen nöthige Befähigung besitzt. Dabei wird aber, weil die meisten ärztlichen Thermometer von einem Zwischenhändler und nicht vom Verfertiger gekauft zu werden pflegen, die Scheine jedoch von letzterem ausgestellt sind, vielfach der Glaube erweckt, dass eine Nachprüfung von unbetheiligter Seite vorliegt. Häufig findet sich in den Bescheinigungen, um ihnen scheinbar grösseren Werth zu verleihen, auch die Angabe, die Controle sei mit einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt oder der Kaiserlichen Seewarte oder einer anderen Behörde geprüften Normal ausgeführt worden. Um die Täuschung noch weiter zu treiben, hat sogar kürzlich ein Thermometerverfertiger den von ihm selbst ausgestellten Prüfungsbescheinigungen das genaue Format und die Anordnung der amtlichen Scheine gegeben, so dass der nicht aufmerksame oder wenig erfahrene Käufer leicht in den Glauben versetzt werden kann, einen Schein der letzteren Art vor sich zu haben.

Es liegt uns sehr fern, etwa für die ausschliessliche Benutzung amtlich geprüfter ärztlicher Thermometer hier eintreten zu wollen; wir wissen sehr wohl, dass die amtliche Prüfung eine Kostenerhöhung von wenigstens 50 bis 60 Pf. für das einzelne Instrument bedingt, und dass angesichts der leichten Zerbrechlichkeit der Thermometer ein solcher Mehrbetrag nicht als gering angesehen werden darf. Nur sind wir der Meinung, dass jeder Arzt mindestens ein geprüftes Thermometer besitzen solle, schon um die Richtigkeit der von seinen Patienten gebrauchten Fieber-Thermometer controliren zu können. Dann aber ist es nöthig, dass er sich vor Täuschung über den Werth der Prüfungsscheine schützt, und deshalb halten wir es für angemessen, dem mit werthlosen Scheinen getriebenen Unfug entgegenzutreten und den Aerzten dringend anzuempfehlen, als geprüfte Thermometer nur solche zu kaufen, deren Prüfungsbescheinigungen von amtlicher Stelle ausgefertigt und mit dem Stempelzeichen des Reichsadlers versehen sind.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Abtheilung II, Charlottenburg.

Cholera-Studien.

I.

Ueber die intraperitoneale Cholerainfection der Meerschweine.

Von

Prof. Dr. **Max Gruber** und Reg.-Arzt Dr. **Emil Wiener**.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Wien.)

Bereits auf dem vorjährigen internationalen Congresse für Hygiene und Demographie in London hat der eine von uns einige Mittheilungen über intraperitoneale Infection von Meerschweinchen gemacht[1]). Die betreffenden Versuche waren durch die bemerkenswerthen Mittheilungen von Hueppe, Hueppe und Wood und besonders von Hermann Scholl[2]) veranlasst worden. Während die früheren Unternehmungen, das zur Erklärung der Krankheitserscheinungen bei Cholera postulirte specifische Gift zu gewinnen, ein recht mangelhaftes Ergebnis gehabt hatten, gelingt es nach den genannten Autoren, die Choleravibrionen durch Cultur in Eiern, also in genuinem Eiweiss und — wie sie annehmen — bei Luftabschluss, zu reichlicher Bildung heftiger Gifte zu veranlassen und Scholl will ein giftiges Globulin und ein giftiges Pepton aus der Eikultur isolirt haben, welche bei den vergifteten Thieren Symptome hervorrufen, die in hohem Maasse den bei Cholerakranken beobachteten entsprechen. Bei der hohen Wichtigkeit dieser Versuchsergebnisse für die Choleraätiologie schien es geboten, sich selbst von dem Sachverhalte zu überzeugen.

---

1) Siehe Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk. 1892.

2) Prager med. Wochenschr. 1890. No. 44.

Wie in London kurz mitgetheilt wurde, bestätigte die Nachprüfung die Angaben der genannten Autoren insoferne, als das Eiweiss der nach Hueppe's Angaben inficirten Eier, in Mengen von 1—5 ccm Meerschweinen intraperitoneal beigebracht, schwere Erkrankung und Tod der Thiere bewirkte, während gleich alte Culturen des Choleravibrio in Fleischbrühe mit 1 und 3 % Pepton in der Menge von 5 ccm kleinen Meerschweinen injicirt, die Gesundheit des Thieres nicht in wahrnehmbarer Weise störten. Allerdings war der Verlauf der Krankheit niemals so rapid, wie ihn Scholl beschreibt, der den Tod der Thiere etwa 40 Minuten nach der Injection eintreten sah und auch das Krankheitsbild war ein wesentlich verschiedenes, wie noch ausführlich mitgetheilt werden soll. Die Thiere gingen binnen 6—26 Stunden zu Grunde und die Autopsie erwies, dass es sich nicht oder nicht allein um Intoxication, sondern um Infection der Thiere handelte. Es fand sich massenhafte Wucherung der Vibrionen im peritonealen Exsudate, Durchwucherung der Bauchwand, des Zwerchfells, Eindringen der Vibrionen ganz nach Art der Anaërobier in die Unterleibsorgane, besonders in die Leber. An allen diesen Orten und im Blute konnte das Vorhandensein lebender Vibrionen durch Cultur ausnahmslos erwiesen werden. Einmal konnte aus einem der Infection erlegenen Thiere ein zweites wirksam inficirt werden. Man versuchte damals das abweichende Resultat dadurch zu erklären, dass Hueppe und Scholl wahrscheinlich frischeres und kräftigeres Ausgangsmaterial hatten und dass daher bei ihren Versuchen soviel Gift gebildet worden war, dass die Thiere an Intoxication so rasch zu Grunde gingen, dass keine Zeit für das parasitische, anaërobe Wachsthum der Vibrionen übrig blieb. In der Hauptsache schienen die bezüglichen Angaben von Hueppe und Scholl bestätigt. Die Eicultur hatte sich, im Gegensatze zu älteren Culturen des Choleravibrio auf anderen Nährböden als höchst deletär gezeigt. Bei Wiederholung der weiteren Versuche Scholl's zur Isolirung der Giftstoffe konnte man sich wenigstens überzeugen, dass giftige chemische Substanzen in der Eimasse gebildet worden waren, wenn auch gegen die z. Th. sehr auffälligen

Ergebnisse Scholl's — wie schon damals angedeutet wurde — gar viel einzuwenden blieb.

Ueberbürdung mit allerlei Berufsgeschäften verhinderte vorläufig die Fortsetzung der Arbeit. Auch schien es nothwendig, von frischen Culturen auszugehen. Die zuerst Benützten waren schon jahrelang im Laboratorium fortgezüchtet und mochten dadurch in ihren Lebenseigenschaften wesentlich gelitten haben.

Den Anstoss zur Neuaufnahme der Versuche gab die Veröffentlichung R. Pfeiffer's „Untersuchungen über das Choleragift" im Februar d. J.[1]). Nach Pfeiffer tödten verschwindend geringe Mengen von aërob gezüchteten ohne ihre Stoffwechselproducte verimpften Cholerabacterien Meerschweine bei intraperitonealer Infection. Die Krankheitserscheinungen haben einen specifischen Charakter: rascher, enormer Temperaturabfall, Prostration, Muskelkrämpfe u. s. w. Der Tod der Thiere wird nach ihm durch Gifte bedingt, welche in der Leibessubstanz der Vibrionen enthalten sind. Getödtete Choleravibrionen üben angeblich dieselbe Wirkung wie lebende. Lebend Injicirte werden gewöhnlich rasch abgetödtet. Pfeiffer gibt ausdrücklich an, dass er mehrmals den Peritonealinhalt steril gefunden habe. Meist waren sofort post mortem nur vereinzelte lebende Individuen durch Cultur nachweisbar und nur 2—3 Mal wurden aus einer Oese Transsudat ca. 100 Colonien bei Plattenkultur erhalten. Also an Intoxication, nicht an Infection, gehen die Thiere nach Angabe Pfeiffer's zu Grunde und zwar würde es sich nach seiner Darstellung um eines der von Buchner entdeckten „Bacterienproteïne" handeln, was Pfeiffer sonderbarer Weise übersehen hat. Zieht man die Consequenz der Pfeiffer'schen Darstellung, so müsste eigentlich der Tod der Cholerabacterien im Darme das für den Menschen Verderbliche sein. Die Gifte sind nach ihm nicht Stoffwechselproducte, Excretionsstoffe der Vibrionen, sondern nahe verwandt dem Bacterienprotoplasma, „vielleicht dieses selbst". Sie könnten also wohl erst resorbirt werden, wenn der Vibrionenleib abgestorben ist. Eine solche Hypothese

1) Zeitschr. f. Hygiene 11. Bd. 3. H. p. 393.

scheint denn aber doch bedenklich. Warum kam es übrigens bei den Versuchen des Einen von uns zu parasitärer Wucherung der Vibrionen und bei denen Pfeiffer's zu deren raschem Tode? Welche Bedeutung hatten die Eiversuche, wenn schon die aërob gezüchteten Vibrionen so giftig waren? Es war wünschenswerth, dies aufzuklären und den Versuchen Pfeiffer's näher zu treten, besonders nachdem Hueppe [1]) in einer heftigen Polemik mit der Behauptung aufgetreten war, dass die von Pfeiffer beobachteten Erscheinungen gar nichts Specifisches an sich hätten, sondern allgemein durch Enzyme, durch actives Eiweiss überhaupt (wenn es nur einer anderen Species entnommen wird) hervorgebracht werden könnten.

Die Versuchsresultate, welche wir erhalten haben, weichen in Hauptsachen so wesentlich von den Angaben beider streitenden Theile ab, dass wir es zunächst für nothwendig halten, Auskunft über unsere Vibrionenculturen zu geben, damit sich Jedermann davon überzeugen kann, inwieferne ihre Charaktere mit der Beschreibung des Choleravibrio übereinstimmen.

Beschreibung der verwendeten Vibrio-Culturen.

Unsere Versuche wurden mit Culturen sehr verschiedenen Ursprunges angestellt. Zu den von Gruber allein im Winter 1890/91 ausgeführten Versuchen dienten zwei Sorten, die seit langem, die eine seit drei Jahren, die andere seit ca. 1½ Jahren bei Zimmertemperatur auf schiefem Agar unter ca. je 4—5 wöchentlicher Uebertragung im Institute fortgezüchtet worden waren:

1. Stammte von der Pariser Choleraepidemie im Winter 1886/87 her und war dem Institute durch die Güte Prof. Buchner's zugekommen, der sie seinerzeit von Gamaleïa erhalten hatte. Wir wollen diese Sorte fortan mit »Paris« bezeichnen. Sie ist ausgezeichnet durch sehr steile Schraubenwindungen von geringem Durchmesser und durch die Neigung, längere Fadenstücke zu bilden. In den Culturen findet man neben langen »Kommabacillen«

1) Berl. klinische Wochenschrift 1892 No. 17.

stets in grosser Zahl S-Formen und längere Fäden. Die Eigenbewegung der Individuen ist gering. Sie wächst kräftig auf Agar. Auch auf Gelatine ist das Wachsthum noch ziemlich gut, dagegen ist das Verflüssigungsvermögen bescheiden. Daher bilden sich in den Gelatinestichculturen tiefe Verdunstungstrichter. Erst spät, am 5.—6. Tage, zeigt sich unter dem Hohlraume, in den tiefen Theilen des Stiches Verflüssigung, die langsam zunimmt. Die Flüssigkeit erscheint nahezu klar, die Vegetationen bilden zum Theil einen wolkigen Bodensatz, zum Theil einen krümmligen Wandbelag. — Auf Kartoffeln äusserst kümmerliches Wachsthum. Nach 10 Tagen noch ist kaum eine Entwickelung zu erkennen. Die Individuen zeigen die abenteuerlichsten Quellungs- und Degenerationsformen und Zerfall in Kügelchen. — In sterilisirter Milch bei 37° Wachsthum ohne Gerinnung. — Reduction von Lakmusbouillon bei 37° binnen 24 Stunden. — Gibt die Nitrosoindolreaction in gewöhnlicher Pepton-Fleischbrühe bei 37° binnen 12—24 Stunden schön, in einer Lösung von 1% Pepton und ½% Kochsalz bei 37° bereits nach 5 Stunden, wenn auch schwach.

2. Sorte, unter der Marke „Bouillon" seit Jahren fortgezüchtet. Typische „Kommabacillen". Vom Agar, auf dem sie bei Zimmertemperatur gut gedeihen, unmittelbar auf Gelatine übertragen, zeigen diese Vibrionen kümmerliche Entwickelung und fast vollständigen Mangel der Fähigkeit, die Gelatine zu verflüssigen, so dass z. B. in Stichculturen noch nach 10 Tagen keine Spur von Verflüssigung zu sehen ist. Auf dünn besäeter Platte erscheinen die oberflächlichen Colonien zunächst am 3., 4., selbst 5. Tage als farblose, transparente, glänzende flache Tröpfchen mit schwach welligem Contour und flachhöckeriger, hie und da mit kleinen Grübchen und Wärzchen besetzter Oberfläche. Später sinkt das Centrum der Colonie zu einer Delle ein, die sich mehr und mehr vertieft. Auch nach 10 Tagen noch ist an diesen und den tiefen Colonien, die schwach gelblich und charakteristisch höckerig und warzig aussehen, keine verflüssigte Zone wahrzunehmen. Die meisten Individuen dieser Colonien zeigen keine Eigenbewegung.

Durch systematische Züchtung in peptonisirter Fleischbrühe bei 37⁰ und reichlichem Luftzutritt durch 3 Wochen unter täglicher Uebertragung auf frischen Nährboden gelang es, die Wachsthumsenergie und die Enzymbildung der Vibrionen in hohem Maasse zu steigern, so dass z. B. in Gelatine-Stichculturen schon am 2. Tage Beginn der Verflüssigung wahrzunehmen; am 5. Tage im obersten Theile die Gelatine napfförmig verflüssigt ist; der verflüssigte Theil trüb und mit einer Decke überzogen erscheint; die Verdunstungsdelle nur schwach ausgeprägt ist. Am 10. Tage ist das oberste Viertel der Gelatine bis zur Glaswand verflüssigt. Die Flüssigkeit zwischen dem wolkigen Bodensatze und der Decke erscheint fast klar. Die Individuen zeigen nunmehr, namentlich wenn aus der Bouillon, wo sie binnen 24 Stunden eine dicke Decke bilden, entnommen, lebhafte Eigenbewegung. — Ein derartiges nahezu vollständiges Verlöschen und Wiedererlangen des Verflüssigungsvermögens unter ungünstigen bzw. günstigen Lebensbedingungen hat der Eine von uns wiederholt bei Choleravibrioculturen beobachtet. In unserem Falle war indes mit dieser Kräftigung der Cultur, wie gleich hier bemerkt werden soll, nicht zugleich auch eine Steigerung der Virulenz erreicht worden.

Zu unseren gemeinsamen Versuchen in diesem Sommer dienten ausser Sorte 1 hauptsächlich folgende Sorten:

3. „Indien". So bezeichnen wir eine Cultur, welche Herr Dr. Justyn Karliński in Konjica im Dezember vorigen Jahres dem Institute zu senden so freundlich war. Sie war wenige Wochen vorher von einem Cholerafalle in Bombay gewonnen worden. Diese Sorte zeigte grosse Aehnlichkeit mit Sorte 1. Als mikroskopische Wuchsformen erscheinen ziemlich lange, schlanke, steil gewundene Stäbchen und Fädchen mit wenig lebhafter Eigenbewegung. S-Formen überwiegen sowohl über kürzere als längere. — Direct vom Agar weg in Gelatine übertragen, war das Wachsthum der Vibrionen höchst kümmerlich, so dass die 5 und 6 Tage alten Stich-Culturen etwa das Aussehen von 2 Tage alten typischen Culturen, wie sie z. B. die gleich zu besprechende Sorte 4 lieferte, hatten. — Durch Züchtung auf gutem, natives

Eiweiss enthaltendem Nährboden bei höherer Temperatur konnte Wachsthumsenergie und Verflüssigungsvermögen der Sorte nicht unwesentlich gesteigert werden. Sie blieben aber immerhin noch mittelmässig.

Am 2. Tage sieht man in der Gelatine-Stichcultur Wachsthum längs des ganzen Stiches, zu oberst einen, mehrere Millimeter langen, mit Vegetation ausgekleideten Verdunstungstrichter, darunter eine Spur einer Verflüssigungszone. Am 5. Tage zeigt sich im obersten Theile des Stiches eine napfförmige Höhlung, darunter eine seichte, fast klare schalenförmige Verflüssigungszone. Auch längs der tieferen Theile des Stiches ist eine geringe Verflüssigung zu sehen, in der mässige Vegetationen in Form von Ballen und Wolken schweben. Noch am 8. Tage hat die Verflüssigung auch an der Oberfläche die Glaswand nicht erreicht. — Auf der Gelatineplatte erscheinen nach 2 bis 3 Tagen die oberflächlichen Colonien als kleine Grübchen mit, für das unbewaffnete Auge typischem Aussehen. Im durchfallenden Lichte zeigt die Vegetation ganz blass gelbliche Farbe, starken Glanz am Rande, unregelmässigen Contour und gelockertes Gefüge. Sie besitzt jedoch nicht das typische Aussehen von Glasbröckchen, sondern ziemlich deutlich das eines Knäuels von vielfach gewundenen und verschlungenen, ziemlich steifen Strängen und Bändern. — Die tiefen Colonien sind blassgelb, am Rande aufgelockert. Hier ragen überall haarlockenartige Fransen und Schlingen von Strängen hervor. Die innere Masse erscheint mehr zerklüftet; die Structur ist hier undeutlicher. — Auf Kartoffeln dasselbe Versagen wie bei Sorte 1.

4. Diese Sorte verdanken wir der Güte des Herrn E. Metschnikoff in Paris, dem wir für ihre Uebersendung auch hier bestens danken. Sie stammt von einem Cholerafalle in Tonking und hatte, als sie uns zukam, ein Generationsalter von beiläufig 3 Monaten. Wir brauchen über diese Sorte, welche wir mit „Tonking" bezeichnen, nur zu sagen, dass sie durchaus dem Typus entspricht, wie er in dem Berichte der deutschen Cholera-Commission (Arb. a. d. k. Gesundheitsamte 3. Bd.) beschrieben und abgebildet ist, sowohl was das Aussehen der

mikroskopischen Gebilde (sehr stark geschraubte, kurze, oft fast bohnenförmige »Kommabacillen« mit lebhaftester Eigenbewegung), als was die Schnelligkeit und die Art des Wachsthums und der Verflüssigung in Gelatine anbelangt. — Auch diese Art entwickelte sich nur äusserst kümmerlich auf den zur Verfügung stehenden vorjährigen und heurigen Kartoffeln. Beide letztgenannten Sorten 3 und 4 wachsen gut in Milch bei 37°, ohne sie zur Gerinnung zu bringen; beide reduciren bei 37° Lackmusbouillon binnen 24 Stunden; beide geben in gewöhnlicher peptonisirter Fleischbrühe nach 12 Stunden[1]), in 1% Pepton und ½% Kochsalz nach 5 Stunden ausgezeichnete „Choleraroth"-Reaction.

5. „Berlin". Herr Dr. R. Pfeiffer war so liebenswürdig, diese, wie sich zeigen wird, höchst virulente Vibrio-Cultur über Wunsch dem hygienischen Institute zu senden. Es sei ihm dafür auch an diesem Orte bestens gedankt. Ueber ihre Herkunft haben wir keine Nachricht.

Diese Vibrionen weichen in ihren Eigenschaften sehr auffällig von den früher beschriebenen ab. Auf Nährgelatine zwar erfolgt die Entwickelung ziemlich typisch, wenn auch das Wachsthum wie die Verflüssigung weit weniger rasch als bei »Tonking«, und selbst weniger rasch als bei dem durch Umzüchtungen gekräftigten „Indien" vor sich gehen. Die 2 Tage alte Gelatine-Platte erscheint wie mit winzigen Glasperlchen bestreut, da die oberflächlichen Colonien tiefe Grübchen bilden, in denen fast keine Flüssigkeit vorhanden ist. Im durchfallenden Lichte erscheint die Vegetation als runde, gelblich-weisse, feingranulirte Masse auf dem Grunde des Grübchens. Die tiefliegenden Colonien zeigen keine Verflüssigung und erscheinen als Kügelchen von tiefbrauner Farbe und grobkörnig-bröckeliger Structur. — Im Gelatinestich bildet sich nach 2 Tagen ein mehrere Millimeter tiefer Verdunstungstrichter, dessen Wände fast frei von Vegetation sind. Eine Verflüssigungszone ist noch nicht wahrzunehmen. Nach 3 Tagen ist ein ganz schmaler verflüssigter Saum um die Verdunstungshöhle entwickelt. Nach

1) Nach kürzerer Frist nicht geprüft.

5 Tagen ist längs des ganzen Impfstiches geringfügige Verflüssigung erkennbar. Auch nach 8 Tagen noch hat die Verflüssigung nirgends die Glaswand erreicht. Die nicht sehr reichliche Vegetation haftet zum Theil an der Wand des Verflüssigungstrichters, zum Theil schwimmt sie in der Form feiner Flöckchen in der ziemlich klaren Flüssigkeit. — Im Gegensatze zu dieser verhältnismässig dürftigen Entwickelung bei gewöhnlicher Temperatur wächst diese Art mit enormer Raschheit bei 37° C., sowohl auf Agar, als auf Serum, als in peptonisirter Fleischbrühe, auf welch' letzterer sie bereits binnen 12 Stunden eine ziemlich dicke, leicht zerfallende Decke bildet. In der Schnelligkeit des Wachsthums bei Körperwärme übertrifft diese Art weitaus alle anderen Sorten, die uns zur Verfügung standen. — Auch auf Kartoffeln, denselben, auf denen die anderen Sorten kaum zur Vermehrung gekommen waren, wuchs diese Art bei 37° recht üppig. So war nach 3 Tagen fast die ganze Oberfläche einer halben grossen Kartoffel mit einer schleimigen gelblichen Masse überzogen, die sich später noch verdickte und kaffeebraune, noch später rehbraune Farbe annahm. In der Nachbarschaft der Vegetation zeigte sich die Kartoffelschnittfläche weisslich verfärbt. Selbstverständlich wurde sichergestellt, dass es sich um Reincultur der Vibrionen handelte.

Mikroskopisch erscheint diese Art in Gestalt sehr grosser, kräftiger, ziemlich langer Stäbchen, die häufig so wenig gekrümmt sind, dass man in Zweifel ist, ob man es überhaupt mit Schraubenformen zu thun hat. Die Enden sind sehr häufig scharf zugespitzt, dagegen dort, wo zwei Stäbchen zusammenhängen, scharf abgestutzt. Wenn auch fast immer stärker gekrümmte Exemplare und Fadenstückchen, an denen die Schraubung bei einiger Aufmerksamkeit nicht übersehen werden kann, vorhanden sind, so erhält man doch nie das typische Bild, wie es von Koch entworfen und in Aller Vorstellung ist. — Die Eigenbewegung erfolgt mit grösster Energie. — Lackmusbouillon wird bei 37° binnen 12—24 Stunden reducirt. Dagegen wird die „Choleraroth"-Reaction nur höchst mangelhaft geliefert. In peptonisirter Fleischbrühe konnte die Reaction in keinem von

9 Versuchen nach 12—24 stündigem Wachsthum der Art bei 37° erhalten werden, gleichgiltig, ob die Vibrionen vor kurzem den Thierkörper passirt hatten oder nicht. Auch nach 48 stündigem Wachsthum von Vibrionen, die den Thierkörper nicht passiert hatten, wurde die Reaction nicht erhalten, während in einem anderen Falle, bei Verwendung von Vibrionen, die aus dem Thiere gezüchtet waren, die Reaction nach 48 Stunden eintrat. Nach 3 tägigem Wachsthum von Vibrionen aus dem Thiere wurde die Reaction einmal gut, das andere Mal nur spurenweise erhalten. In derselben Fleischbrühe konnte, wie selbstverständlich stets controlirt wurde, mit den anderen Sorten binnen 12 Stunden die Reaction ausnahmslos erhalten werden. In einer Lösung von 1% Pepton + ½% Kochsalz blieb die Reaction zweimal aus, zweimal wurde sie nur spurenweise erhalten, nachdem die Vibrionen durch 5 Stunden gewachsen waren. Erst nach 24 stündigem Wachsthum trat auch hier in allen 4 Versuchen, allerdings sehr schwache Reaction ein. Wo die Reaction ausblieb, beruhte dies auf mangelnder Indolbildung, wie durch Zusatz von Nitrit und Vornahme der Griess'schen Reaction auf salpetrige Säure mit den Culturen erwiesen wurde. Die Nitroso-Indol-Reaction wurde nach Petri's Vorgang stets so ausgeführt, dass zu den 10 ccm Culturflüssigkeit 10 Tropfen conc. Schwefelsäure unter Umschwenken rasch zugetropft wurden. Stets wurden die Proben mindestens 1 Stunde lang beobachtet. — Wesentlich verschieden von den anderen Sorten verhält sich diese Art gegen Milch. In allen 15 Versuchen wurde die Milch 5 bis 6 Tage nach der Aussaat bei 37° sauer und gerann.

Ueberblicken wir die vorstehenden Mitteilungen, so finden wir nicht unwesentliche Differenzen zwischen den verschiedenen Sorten, die sämmtlich als Koch'scher Vibrio bezeichnet sind. Auf die Unterschiede in der Wachsthumsenergie und Verflüssigung auf Nährgelatine wollen wir kein grosses Gewicht legen, obwohl sich diesbezüglich besonders „Tonking" von den anderen Sorten wesentlich verschieden verhält. Ein Vergleich der Photogramme im oben citirten Berichte der deutschen Cholera-Commission mit jenen von P. Friedrich (Arb. a. d. k. Ges.-Amte

VIII. Bd. 1. H. p. 87) gibt eine gute Vorstellung von den Unterschieden im Aussehen der Stichculturen[1]). Jeder mit ein wenig kritischem Sinn Begabte, der sich schon mit den Vibrionen beschäftigt hat, weiss, wie inconstant sie sich gerade in dieser Beziehung, auf die man fast ausschliesslich die Differentialdiagnose gestützt hat und stützt, verhalten, und im Vorstehenden findet man weitere Belege dafür.

Wichtiger ist der Unterschied der mikroskopischen Wuchsformen. Wenn auch das Aussehen der einzelnen Exemplare bei jeder Sorte in solcher Breite variirt, dass es unmöglich wäre, an einem einzelnen Exemplare oder an einigen Wenigen die Zugehörigkeit zur betreffenden Sorte mit einiger Sicherheit zu erkennen, so ist doch das Bild ein charakteristisch verschiedenes, wenn zahlreiche Exemplare gleichzeitig beobachtet werden können. Besonders bemerkenswerth ist, dass dieser Unterschied der Wuchsformen auf allen Nährböden, besonders auch im Thierkörper mit grosser Zähigkeit bestehen blieb. Als Beleg dafür sei der folgende Versuch angeführt:

Es waren gleichzeitig mit 3 verschiedenen Sorten, „Indien“, »Tonking« und »Berlin«, Thierversuche angestellt und alle diese Versuche, ohne Rücksicht auf die verschiedene Herkunft der Vibrionen, mit fortlaufenden Nummern in das Protokoll eingetragen worden. Die von diesen Versuchen herrührenden Deckgläschenpräparate (alle in gleicher Weise mit Fuchsin gefärbt) waren ebenfalls lediglich mit den Protokollnummern bezeichnet, so dass es, wenn man das Protokoll nicht zur Hand hatte, unmöglich war, von vornherein zu wissen, welcher Sorte die betreffenden Vibrionen angehörten. Es wurde nun versucht, mit Hilfe des Mikroskopes die Artzugehörigkeit jedes Präparates zu diagnosticiren. Hinterher wurde die Diagnose mit der Angabe des Protokolls verglichen. 82 Präparate standen für diesen Zweck zur Verfügung. Davon wurden

mit Sicherheit sofort diagnosticirt		70 = 85,4 %
unsicher	„	12 = 14,6 %.

1) Die Vergleichsproben wurden selbstverständlich mit derselben Sorte Nährgelatine und unter identischen Bedingungen angestellt.

Von den 70 mit Sicherheit diagnosticirten Präparaten waren laut Protokoll

richtig bestimmt	69 =	98,57 %
unrichtig „	1 =	1,43 %

Von den 12 unsicher diagnosticirten Präparaten waren laut Protokoll

richtig bestimmt	8 =	66 %
unrichtig „	4 =	33 %

In Summa wurden also

richtig bestimmt	77 =	93,9 %
unrichtig „	5 =	6,1 %

Die 5 unrichtigen Diagnosen waren folgende: 2mal »Tonking« als »Indien«, 2mal »Indien« als »Tonking«, 1mal »Tonking« als »Berlin«. Bei der Revision der unsicher oder unrichtig bestimmten Präparate (13) ergab sich Folgendes: In 3 Fällen der Unsicherheit waren nur spärliche Individuen im Präparate (2mal richtig, 1mal unrichtig). In 5 Fällen war die Unsicherheit bei typischer Gestalt der Exemplare durch die ungewöhnliche Grösse der Individuen in allen Dimensionen bedingt gewesen (4mal richtig, 1mal unrichtig). In einem Falle (»Indien« als »Tonking«) wäre die richtige Diagnose bei schärferer Kritik leicht zu finden gewesen. Die Exemplare waren nur etwas kürzer als gewöhnlich. Nur in 4 Fällen wurde auch bei der Revision das Bild vom Typus in höherem Maasse abweichend gefunden, indem die durchschnittliche Länge der Exemplare, ihr Querdurchmesser und ihre Schraubung wesentlich abweichend waren (1mal »Tonking« als »Indien«, 1mal Unsicherheit, ob »Tonking« oder »Indien«, 1mal »Indien« als »Tonking« oder »Berlin«, 1mal »Berlin« unsicher). Es dürfte nicht überflüssig sein, auch noch das folgende hinzuzufügen:

Es wurden bestimmt: Von

37 Präparaten	»Berlin«	zweifelhaft	2 =	5,4 %,	richtig	37 = 100 %
25 „	»Indien«	„	3 =	12,0 %,	„	23 = 92 %
20 „	»Tonking«	„	7 =	35,0 %,	„	17 = 85 %

Die Sorte »Berlin« zeigte somit die grösste Wuchsformbeständigkeit, »Tonking« die geringste. In fast allen Fällen des

Zweifels handelte es sich um die Differentialdiagnose zwischen »Tonking« und »Indien«. Hier waren zahlreiche Formübergänge vorhanden. Ueberhaupt sind die Verschiedenheiten dieser beiden Formen, sowie die dieser und der Sorten »Paris« und »Bouillon« solche, wie sie von dem Einen von uns und von anderen Beobachtern wiederholt als verhältnismässig beständige Variationen des Koch'schen Vibrio in erwiesenem genetischen Zusammenhange angetroffen worden sind. Die geringere Wachsthumsenergie, das geringere Verflüssigungsvermögen, die längeren Wuchsformen, die schwächere Eigenbewegung und — wie wir bald hören werden — die geringere pathogene Befähigung lassen es zu, die Sorten 1, 2 und 3 als lebensschwächere Racen des Koch'schen Vibrio zu betrachten. Bezüglich der »Cholераroth«-Reaction, der Einwirkung auf Lackmusbouillon und auf Milch verhalten sich alle 4 Sorten ganz gleich und wesentlich anders als die anderen bekannten Vibrionenarten. Trotzdem die Nitrosoindol-Reaction keine specifische Reaction der Cholerabacterien ist, dürfte sie doch zur Unterscheidung der Vibrionenarten untereinander nicht zu unterschätzen sein, da die Cholerabacterienculturen die Reaction viel früher geben, als die anderen Arten. Bei Vibrio Protens wenigstens überzeugten wir uns wiederholt, dass er weder in peptonisirter Fleischbrühe, noch in der Pepton-Kochsalzlösung bei 37° binnen 24 Stunden, in ersterer selbst nicht nach 48 Stunden, die Reaction ermöglicht. Mit Vibrio Denecke konnten wir leider den Versuch nicht machen, da die uns zu Gebote stehende Cultur zwar bei Zimmertemperatur noch ausgezeichnet gedeiht, aber die Fähigkeit verloren hat, auf den gewöhnlichen Nährböden bei 37° zu wachsen. Auch gegenüber Milch und Lackmusbouillon ist das Verhalten der genannten darauf geprüften 3 Racen das von den Autoren beschriebene, während Vibrio Proteus Lackmusbouillon binnen 24 und 48 Stunden bei Brutwärme nicht reducirte, Milch binnen 10—12 Tagen zur Gerinnung brachte. Eine Verwechselung mit Vibrio Metschnikoff ist bezüglich aller Sorten durch das Verhalten im Thierkörper ausgeschlossen. Ersterer ruft bei Meerschweinen bekanntlich Septicämie hervor, während alle unsere Sorten überein-

stimmend ganz andere Erscheinungen bedingen. In bedenklichem Grade abweichend von dem, was man beim Kochschen Vibrio nicht zu sehen gewohnt ist, verhält sich die Sorte »Berlin« Wir verweisen diesbezüglich besonders auf das über die mikroskopische Wuchsform Mitgetheilte, auf das Verhalten auf Kartoffeln, auf den Ausfall der Choleraroth-Reaction und auf die Milch-Gerinnung[1]). Wir wollen nicht geradezu behaupten, dass diese Sorte eine vom Koch'schen Vibrio verschiedene Art sei. Wenn aber Jemand behaupten würde, dies sei der Fall: wir fühlten uns ausser Stande, ihn zu widerlegen. Der Umstand, dass die Krankheitserscheinungen und der Sectionsbefund bei Meerschweinen nach Infection mit dieser Sorte im Wesentlichen mit jenen nach Infection mit den übrigen Sorten übereinstimmen, gibt uns diesbezüglich keine Sicherheit, da — wie wir vorläufig nebenbei bemerken wollen — der Vibrio Proteus ganz ähnlich wirkt. Und auch die Thatsache, der wir bald näher treten werden, dass man die Thiere durch Schutzimpfung mit der einen Sorte auch gegen die anderen Sorten immunisiren kann, darf nach den heutigen Erfahrungen über Immunisirung nicht mehr als Beweis der Arteinheit der 5 Sorten angesehen werden. Für uns verschlägt es nichts, ob die 5. Vibrio-Sorte zum Choleravibrio gehört oder nicht, da es uns nur darauf ankam, eine Art, welche vom Koch'schen Institute als Choleravibrio bezeichnet wird, mit den anderen Sorten, über welche wir verfügen, bezüglich ihrer pathogenen Wirksamkeit zu vergleichen. Immerhin muss man, namentlich angesichts der Verschiedenheit der beiden vollkräftigen Sorten »Tonking« und »Berlin« die Möglichkeit im Auge behalten, dass unter der Bezeichnung »Choleravibrio« mehrere allerdings nahe verwandte Arten begriffen werden.

Die intraperitoneale Cholerainfection der Meerschweine.

Wir gingen bei unseren Versuchen genau nach Pfeiffer's Angabe vor. Um möglichst reine Vegetationsmasse ohne Stoff-

1) Netter (Progrès medical 30. Juillet 1892) gibt von dem bei der diesjährigen Pariser Cholera gefundenen Vibrio an »il altère le lait«.

wechselproducte zu haben, wurden von fünf, anfangs zur Verfügung stehenden Vibriosorten, nachdem sie behufs Kräftigung mehrmals alle 24 Stunden von Peptonbouillon auf Peptonbouillon übertragen und bei 37° gehalten worden waren, Agarstrichculturen angelegt und diese nach 17stündigem Wachsthum bei 37° zur Infection verwendet. Die Dosirung der Vegetationsmassen bewirkten auch wir der Bequemlichkeit halber stets mit Hilfe einer Platinöse, welche nach Ausweis der Wägungen 3 mg davon fasste. Diese Dosirung ist natürlich sehr ungenau, insbesondere deshalb, weil je nach der Beschaffenheit des Agar, der Wassergehalt der abgestreiften Culturschichte ein überaus verschiedener ist. Indess reichten wir für unsere Zwecke vollständig aus. Die zum ersten Versuche verwendeten Sorten waren: »Paris«, »Bouillon«, »Indien«, ausserdem eine Sorte »β« und eine andere »β_1«, ebenfalls alte Pfleglinge unseres Bacteriengartens. 5 Meerschweine im Gewichte von 240 bis 325 g erhielten je eine Oese einer der 5 Culturen, in etwas sterilisirtem Wasser aufgeschwemmt, in die Bauchhöhle eingespritzt. Die Thiere zeigten jedoch keine deutlichen Krankheitserscheinungen. 2½ Stunden nach der Injection betrugen ihre Temperaturen 38,1 bis 38,9°, um in den nächsten 6 Stunden auf 37,2, 37,3, 37,6, 37,9 und 36,7° zu sinken.

Nach zwei Tagen wurde der Versuch mit frischen Thieren wiederholt. Es wurden sechs Meerschweine im Gewichte von 170 bis 370 g mit je 5 Oesen 15 bis 18stündiger Agarstrichcultur der Sorten »Indien« (2 Thiere), »Paris«, »Bouillon«, »β« und »Djeddah« inficirt[1]). Die Dosen schwankten also zwischen 43 und 88 mg pro 1 kg Thier. Auch diesmal war der Erfolg fast Null. Bei 4 Thieren blieb die Temperatur, soweit sie gemessen wurde, stets ganz normal 37,4 bis 38,9°; bei einem Thiere (β) betrug sie 2 Stunden nach der Injection 36,9°, um nach 4 Stunden auf 39,4° zu steigen; bei dem schwersten Thiere (»Bouillon«) stieg sie binnen 1½ Stunden auf 39,1, nach 3½ Stunden auf 39,8°, um dann auf die Norm zu sinken. Diese alten Laboratoriumssorten waren demnach selbst in Dosen,

1) Hier wie stets im folgenden intraperitoneal.

die das Vielfache der von Pfeiffer letal Befundenen betrugen, wirkungslos. Noch mehrmals wurde dies für die beiden Sorten »Paris« und »Indien« bei Uebertragung von 1 bis 2,5 Oesen, im Ganzen an 15 Tieren festgestellt.

Dagegen waren die 8 Thiere, welche der Eine von uns im Jahre vorher, mit 1 bis 5 ccm Eiweiss, in welchem bei Hüppe's Versuchsanordnung die Sorten »Paris« und »Bouillon« gewachsen waren, inficirt hatte, ausnahmslos nach schwerer Krankheit binnen 6 bis 26 Stunden zu Grunde gegangen. Und die Verimpfung des Inhaltes von neuerdings mit »Paris« und »Indien« inficirten Eiern hatte keinen andern Erfolg: Meerschwein Nr. 26 (385 g) erhielt 3 ccm Eiweiss aus einem vor 19 Tagen mit »Indien« inficirten Ei (7900 mm³ pro 1 kg). Es starb binnen 12 Stunden. — Nr. 27 (390 g) erhielt 1 ccm der gleichen Masse (2500 mm³ pro kg), und war ebenfalls nach 12 Stunden todt. — Dem Meerschweine Nr. 42 (780 g) wurden 2,5 ccm Eiweiss aus einem vor 30 Tagen mit »Paris« inficirten Ei beigebracht (3200 mm³ pro 1 kg). Dieses Thier starb binnen ca. 18 Stunden, und zwar ebenso, wie alle früheren, unter unzweifelhafter parasitärer Wucherung der Vibrionen.

Allerdings waren bei diesen Eiversuchen enorm viel grössere Massen Infectionsmaterial verwendet worden, als von den Agarculturen. Möglicherweise war der ungleiche Effect allein darauf zurückzuführen. Da indess der Tod der Thiere so spät erfolgte, und Wachsthum der Vibrionen im inficirten Körper eingetreten war, lag der Gedanke nahe, dass die Vibrionen durch die Entwickelung im Ei eine Steigerung ihrer pathogenen Befähigung erlangt haben möchten. Es wurde, um darauf zu prüfen, von einer Plattencultur aus, welche zur Controle der Reinheit der Eicultur, aus einem vor 12 Tagen mit »Indien« inficirten Ei angelegt worden war, am 3. Tage eine Agarstrichcultur angelegt, und nach 23 Stunden 5 Oesen davon dem 240 g schweren Thiere Nr. 23 injicirt (63 mg pro kg). Das Thier starb nach 12 Stunden. Durch das Wachsthum im Ei hatte demnach die Sorte »Indien« Virulenz erlangt[1]). Wir werden sehr bald noch

1) Richtiger gesagt, eine wesentliche Steigerung der Virulenz. Denn gänzlich war die Sorte „Indien" auch vor dieser Behandlung der Virulenz

mehrere gleichartige völlig übereinstimmende Beobachtungen kennen lernen.

Man könnte vermuthen, dass die tödtliche Wirkung der durch das Ei passirten Vibrionen von Giftstoffen herrühre, die schon im Ei gebildet und nur mit den Vibrionen übertragen wurden. Diese Vermuthung wird aber durch folgenden Versuch widerlegt: Von der virulenten Cultur wurden am 3. Juni Platten angelegt, von einer isolirten Colonie auf denselben am 6. Juni eine Agarstrichcultur, und von dieser am 8., 28., 29. Juni, am 1., 4., 7. und 10. Juli neue Uebertragungen auf Agar vorgenommen. Am 11. Juli wurde eine Oese der 20 Stunden alten Cultur dem 700 g schweren Thiere Nr. 124, in 1 ccm Bouillon aufgeschwemmt injicirt (4,3 mg pro 1 kg). Nach 21 Stunden war das Thier verendet. Es handelte sich demnach bei dem Erfolge der Entwickelung im Ei thatsächlich um eine Virulenzsteigerung der Vibrionen selbst, welche auf die Nachkommenschaft vererbt wurde.

Die Passage durch's Ei war übrigens durchaus nicht bei allen Sorten, die wir in die Hand bekamen, nothwendig, um tödtliche Erkrankung der Meerschweine herbeizuführen. Als aus der von Paris erhaltenen Originalcultur „Tonking“ eine Agarstrichcultur angelegt und nach 24stündiger Entwickelung bei 37° 2 Thiere inficirt wurden, erkrankte das eine Thier Nr. 76 (550 g schwer), welches ¼ Oese (oder 1,4 mg pro kg) erhalten hatte, sehr schwer. Das 2. Thier (Nr. 78, 460 g) mit ½ Oese (oder 3,3 mg pro kg) inficirt, ging binnen 8 bis 18 Stunden zu Grunde. — Das Thier Nr. 126 (700 g) welches mit 1 Oese (= 4,3 mg pro kg) einer 15stündigen Agarcultur aus dem Original von »Berlin« inficirt worden war, starb binnen 12 bis 18 Stunden; ein zweites Thier (Nr. 141, 185 g), welches 1 Oese (16,2 mg pro kg) 17stündiger Agarcultur von »Berlin« erhalten hatte, nach 48 Stunden. Beide Sorten waren

nicht beraubt gewesen, wie sich später herausstellte. Zwei ganz junge Thiere im Gewichte von 135 bezw. 145 g, welche je 6 Oesen 1tägiger Cultur von „Indien“, welches noch nicht das Ei passirt hatte, erhielten (133 bezw. 125 mg pro kg) gingen binnen 10 bis 18 Stunden unter den bei wirksamen Infectionen gewöhnlichen Erscheinungen ein.

somit unmittelbar in hohem Maasse pathogen, wie dies Pfeiffer auch bei seinen Vibrionen gefunden hatte.

Uebrigens erfuhr auch die Sorte »Berlin« beim Durchgang durch's Ei eine dauernde Steigerung ihrer Virulenz, die sich durch den rascheren Eintritt des Todes manifestirte, der nun nach Verimpfung einer Oese 15- bis 20stündiger Agarcultur (3,3 bis 20,6 mg pro kg) binnen 4¾ bis 8 Stunden eintrat. Für Sorte »Tonking« liegen zu wenige Erfahrungen vor, um einen sicheren Schluss auf Erhöhung der pathogenen Befähigung durch das Wachsthum im Ei ziehen zu können.

Wir kommen später auf die Versuche von Hueppe und Scholl zurück. Zunächst wollen wir uns mit der Krankheit der Meerschweine beschäftigen, welche durch die Verimpfung der jungen Agarculturen hervorgerufen wird.

Die intraperitoneale Application von ½ Oese bis 5 Oesen 15- bis 24stündiger Agarcultur bei 37° der virulent gemachten Sorte »Indien« oder der Sorten »Tonking« und »Berlin« hatte fast ausnahmslos den Tod der Meerschweine zur Folge.

Von 19 Thieren, die derart mit virulentem »Indien« inficirt worden waren, starben 16, während 3 mit schwerer Erkrankung davonkamen. Alle 4 Thiere, welche derartig mit »Tonking«-Cultur inficirt wurden, gingen ein, ebenso sämmtliche 7 Thiere, welche »Berlin« erhalten hatten. Ein mit 1/10 Oese »Indien« inficirtes Thier blieb am Leben und zeigte nur Temperatursteigerung bis 39,4°. Ebenso kam, wie schon erwähnt, das mit ¼ Oese »Tonking« inficirte Thier mit schwerer Erkrankung durch, während Thier Nr. 46 (580 g), welches ¼ Oese (1,3 mg pro 1 kg) »Indien« erhalten hatte, nach 22 Stunden einging.

Ob mit virulentem »Indien«, mit »Tonking« oder »Berlin« inficirt wurde, war somit für den Endeffect nahezu gleichgiltig. Nur die Krankheitsdauer war verschieden. In 18 Fällen liess sich die Zeit zwischen Infection und Tod genau bestimmen. Sie betrug bei Verimpfung von ¼, 1, 2, 3 und 5 Oesen »Indien« 22; 9, 10, 19, 20, 21; 13½, 18, 23; 12 und 8 Stunden; bei Verimpfung von 1 Oese »Berlin« vor der Passage durch's Ei 48 Stunden, nach dem Durchgang durch's Ei 5, 5, 6½, 8, 4¾, und 4¾ Stunden.

In 13 Fällen, in welchen die Lebensdauer nicht genau zu ermitteln war, weil der Tod in der Nacht eintrat, betrug sie bei »Indien« höchstens 15 bis 20 Stunden (8 Fälle), bei »Tonking« 13 bis 18 Stunden (4 Fälle), bei »Berlin« vor der Züchtung im Ei 18 Stunden (1 Fall). Die Krankheitserscheinungen zeigten im Uebrigen ausserordentlich grosse Uebereinstimmung. Wir finden sie mit Pfeiffer höchst characteristisch. In den ersten 2 Stunden nach der Infection zeigen die Thiere nur selten eine Veränderung ihres Verhaltens. Nur 3 von 26 näher beobachteten Thieren zeigten sich schon bald nach der Infection matt. Eines von diesen bekam auch frühzeitig struppiges Aussehen und zeitweises Zittern. 17 Thiere wiesen in dieser Zeit normale Temperatur auf (38 bis 39°). Bei 8 Thieren sank die Temperatur; bei 7 davon jedoch nicht unter 37,6°, nur bei einem auf 36,9°. Bei 2 Thieren stieg die Temperatur über 39°, aber nicht über 39,3°. Etwa 2 Stunden nach der Infection verrät sich die Erkrankung daran, dass die Thiere zu fressen aufhören, auffallend ruhig und matt werden. Schon beginnt der Temperaturabfall, der oft mit erstaunlicher Raschheit vor sich geht. So sahen wir bei Thier Nr. 154, mit »Berlin« inficirt, die Temperatur in 2½ Stunden um 6° sinken; bei Thier 183 in ½ Stunde um 2,6°, in den nächsten 2½ Stunden um 4,6°, in 3 Stunden also um 7,2°. Bisweilen geht dem endlichen Abfall der Temperatur eine kurze Erhöhung derselben voraus. So wies Thier 210, um 9 Uhr 20 Min. mit »Berlin« inficirt, um 12 Uhr 39,6° auf, und starb um 2 Uhr, jedenfalls unter 32° erkaltet! So stürmisch, wie bei den Infectionen mit »Berlin« war der Verfall der Eigentemperatur nach den Infectionen mit den anderen Sorten nicht. Immerhin kamen auch hier Temperatur-Erniedrigungen um 1 und 2° pro Stunde, gegen das Lebensende noch raschere vor. Manchmal kam es vor, dass die schon tief gesunkene Temperatur sich wieder ein wenig hob, um 1 bis 1½°, bevor der letzte Abfall und Tod eintrat. Bei 2 von den 3 mit 1 Oese »Indien« inficirten Thieren, welche mit dem Leben davon kamen (Nr. 105 und 115) fiel die Temperatur überhaupt nur unbedeutend auf, 36,7 bezw. 37,7°; beim 3. Thiere aber (Nr. 195) erfolgte Genesung mit ganz allmählicher, über

24 Stunden sich erstreckender Temperaturerhöhung bis zur Norm, obwohl die Temperatur 6 Stunden nach der Infection bis auf 33,3° gefallen war! Sehr bald bekommen die Thiere ein eigenthümliches Aussehen. Sie sitzen zusammengekauert, mit struppigem Pelze, meist in einer Ecke, oder suchen sonstwo eine Stütze, um sich aufrecht halten zu können. Der Kopf sinkt herab, die Nase wird spitz, die Lippen, Nase und Augenlider livid. Zeitweise zieht ein Schauer über das Thier und treten fibrilläre Zuckungen auf. Der Körper fühlt sich ganz kalt und schlaff an. Die Thiere hören schon sehr frühzeitig auf, Flucht- und Abwehrbewegungen zu machen, wenn man sie anfasst. Die Hinfälligkeit wird eine immer grössere. Die Extremitäten gleiten nach auswärts, so dass das Thier platt auf dem Bauche liegt. Sehr häufig stirbt es in dieser Stellung, ohne dass heftigere Muskelkrämpfe auftreten. In anderen Fällen liegt das Thier auf der Seite, ohne sich aufrichten zu können. Manchmal kommt es, bei langsamerem Verlaufe, gegen Ende der Krankheit zu klonischen Krämpfen, besonders in den Hinterbeinen. Nicht selten ist gegen Ende feuchtes Rasseln (Oedem) in den Luftwegen wahrzunehmen.

Der Sectionsbefund ist ebenfalls in vielen Punkten constant. In der Bauchhöhle ist stets weniger oder stärker trübes, seröses Exsudat vorhanden. Seine Menge wechselt ungemein, von etwa 1 bis 10 und 12 und 15 ccm! Manchmal ist es hellgelb gefärbt, in anderen Fällen schwach röthlich. Es enthält stets rothe Blutscheiben und polynucleäre Wanderzellen, wenn auch nicht in grosser Zahl. Aus dem Körper entnommen, gerinnt es in der Regel bald. Auf der Leber, namentlich auf ihrer Unterseite, ferner auch auf der Milz zeigt sich ein weisser, bis gelblicher Belag in wechselnder, meist nicht grosser Ausdehnung und Stärke. Er lässt sich, wie eine Pseudomembran, abziehen, und besteht aus der gelockerten, oft reichlichst mit Rundzellen infiltrirten Serosa. Das Perit. parietale erscheint trüb, darunter ebenso wie im muskulösen Theile des Zwerchfells kleine Hämorrhagien. Das Aussehen und die Füllung der Därme ist überaus wechselnd. Manchmal ist der Dünndarm hellroth, selbst blauroth in Folge capillärer Injection, in anderen Fällen ganz blass.

Im einen Falle ist der Darm ganz leer, im anderen mit Flüssigkeit von mehr oder weniger chymösem Charakter und galliger Färbung und mit Gas prall gefüllt. Hie und da zeigte sich der Darminhalt auch schwach blutig gefärbt. — Leber und Milz sind schlaff, die Milz klein und blass, die Nieren manchmal sehr blutreich, so dass Rinde und Mark schwer zu unterscheiden sind. — In den Pleuralräumen ist stets etwas seröses Exsudat vorhanden, wenige Tropfen bis zu 5 und 8 ccm. Die Lungen sind häufig blutreich. Das Herz steht in Diastole still, die Venen sind weit, Herz und Blutgefässe mit flüssigem Blute gefüllt. Bei einer grösseren Anzahl von Fällen fand sich an der Einstichstelle subcutanes Oedem unter der Bauchhaut und sulzige Infiltration der Bauchmuskel. In einem Falle dehnte sich das subcutane Oedem weit bis über die Brust und in die Inguinalgegend aus.

Bis hierher befinden wir uns in vollster Uebereinstimmung mit Pfeiffer. Von nun an aber stehen unsere Befunde in contradictorischem Widerspruche mit seinen Angaben, in einem Widerspruche, den wir nicht aufzuklären vermögen. Während nämlich, wie bereits oben referirt wurde, Pfeiffer angibt, dass die injicirten Vibrionen rasch zu Grunde gehen, und daher folgerichtig schliesst, dass die Meerschweine einer Vergiftung durch, in den Vibrionenleibern fertig eingebrachtes Gift erliegen, haben wir uns bei allen Fällen überzeugt, dass die Vibrionen am Leben bleiben, und ebenso, wie bei den Injectionen der Hüppe'schen Eimassen, reichlich im inficirten Körper wuchern, sowie davon, dass diese Wucherung der injicirten Vibrionen unerlässliche Bedingung ist, wenn die Injection solcher Mengen, wie sie von Pfeiffer und uns angewendet wurden, zum Tode der Thiere führen soll; kurz, dass die durch die intraperitoneale Injection der Choleravibrionen bei den Meerschweinen hervorgerufene Krankheit auf Infection und nicht auf Intoxication beruht.

Wo ein subcutanes Oedem unter der Bauchhaut vorhanden war, fanden sich schon in diesem und in der infiltrirten Muskulatur zahlreiche, in einigen Fällen massenhafte Vibrionen. Niemals — und diess gilt von allen Fällen, wo wir ungebrauchten

Thieren vollkräftige Vibrionen beigebracht hatten — vermissten wir die Vibrionen im Peritonealexsudat. Meist waren sie hier in ungeheueren Massen vorhanden, gleichgiltig, welche Sorte verwendet worden war. In anderen Fällen waren sie weniger, aber immer doch so zahlreich, dass in jedem Gesichtsfelde viele Hunderte zu sehen waren. Fast immer verriethen sie bereits durch ihre Eigenbewegung ihr Leben. Besonders bei »Tonking« und bei »Berlin« war dieselbe überaus lebhaft (»Mückenschwärmen«). Die weniger beweglichen »Indien« fand man sehr häufig zu Zooglöa-Flöckchen verklebt. Davon, dass die Membranbildung der Vibrionen beim anaërobischen Leben im Thierkörper mangelhaft sei, wie behauptet und worauf weittragende Schlüsse gebaut worden sind, haben wir überhaupt nichts gesehen. — In dem oben erwähnten Belage auf der Leber und anderen Baucheingeweiden waren ebenfalls stets reichlich Vibrionen enthalten, z. Th. im Inneren der polynucleären Rundzellen und dann mit allen Zeichen der Degeneration. — Schon früher hat der Eine von uns nachgewiesen, dass die Vibrionen im Stande sind, von der Oberfläche her in die Leber und andere Organe hineinzuwuchern, die Muskulatur, besonders das Zwerchfell zu durchwachsen. — In zahlreichen Fällen haben wir den Darminhalt mikroskopisch und mittelst Cultur auf Vibrionen geprüft, insbesondere in allen denjenigen Fällen, wo er eine, wenn auch nur entfernte Aehnlichkeit mit dem Choleratranssudate hatte. Mikroskopisch wurden oft vereinzelte Vibrionen gefunden und einige Male erhielten wir auch in den Bouillon-Vorculturen Vibrionenvegetation, die dem Koch'schen Vibrio zugehören mochte. In keinem einzigen Falle aber fanden wir die alte Angabe von Hueppe[1]) bestätigt, dass durch intraperitoneale Injection choleraartige Gastroenteritis mit massenhafter Wucherung der Vibrionen im Darme hervorgerufen werde. Im Gegentheile ist der Darm auffallend wenig von der Krankheit ergriffen, wie schon aus dem wechselnden Sektionsbefunde hervorgeht. — Weniger constant als im Peritonealexsudate war der Vibrionenbefund im Pleuralexsudate. Etwa in der Hälfte der Fälle war

[1]) Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 9—12.

auch hier die Wucherung ganz massenhaft, während bei den anderen die Vibrionen nur spärlich, manchmal nur vereinzelt zu treffen waren. — In den meisten Fällen wurde auch das Herzblut auf Vibrionen geprüft. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden nie mehr als ein bis drei Exemplare im Gesichtsfelde angetroffen. Sie zeichneten sich immer durch ihre bedeutende Grösse und eine mächtige Kapsel aus. Meist wurden Vibrionen mikroskopisch im Blute überhaupt nicht gefunden. Dagegen konnte ihr Vorhandensein im Herzblute in ca. 90 Procent der Fälle durch Cultur in Bouillon nachgewiesen werden. Selbstverständlich wurde das Blut zu diesem Zwecke mit äusserster Vorsicht entnommen. — In der Extremitätenmusculatur, im Innern der grossen Drüsen, in den Lungen, im Capillarsysteme überhaupt wurden die Vibrionen nie in grösserer Zahl angetroffen, wie im Gegensatze zu der Infection mit V. Metschnikoff besonders hervorgehoben wird. Nur einmal, als wir ein schwer krankes Thier tödteten und den Cadaver durch 13 Stunden bei 37° aufbewahrten, fanden wir in demselben eine ausgedehnte postmortale anaërobische Wucherung der Vibrionen auch im Blute, ähnlich, wie man dies bei gleicher Behandlung an mit malignem Oedem oder mit Rauschbrand inficirten Thieren wahrnimmt. Ausdrücklich sei gesagt, dass der oben geschilderte Vibrionenbefund auch für die zahlreichen Fälle gilt, in denen die Section unmittelbar nach dem Tode vorgenommen wurde. In jedem einzelnen Falle wurden aus dem Peritonealexsudate Gelatineplattenculturen angelegt, in zahlreichen Fällen auch aus dem Pleuralexsudate. In anderen Fällen begnügte man sich damit, aus Pleuralexsudat, Blut, subcut. Oedem, Organsaft u. s. w. Bouillonculturen zu machen. Uebereinstimmend mit dem mikroskopischen Bilde wurden aus einer Oese Peritonealexsudat mindestens viele hunderte, meist ungezählte Tausende von Vibriocolonien erhalten. Fast in allen Fällen waren die Vibrionen in Reincultur im Tiere vorhanden. Auch beim Pleuralexsudate entsprach der Culturbefund stets dem mikroskopischen.

15—24stündige Agarculturen bei 37°, die aus solchen Platten vom Tiere angelegt worden waren, zeigten sich wieder virulent.

Der grösste Theil der besprochenen Infectionsversuche wurde eben mit Agarkulturen dieser Herkunft angestellt. Dass es sich bei der Erkrankung der Meerschweine nicht um Vergiftung durch irgend welche Leibesbestandtheile der Vibrionen handelt, sondern um die Folgen der Wucherung und Lebensthätigkeit derselben, bestätigen unsere Versuche mit abgetödteten Cholera-Culturen. Auch hier befinden wir uns freilich in vollstem Widerspruche mit Pfeiffer. Wir wollen daher unsere diessbezüglichen Versuche im Einzelnen mittheilen.

1. Aus dem Peritonealexsudate von Th. 38, das einer Infection mit »Indien« erlegen war, wurden Platten angelegt. Aus einer der best entwickelten Colonien wurde am 3. Tage Agar inficirt. Nach 21 Stunden erhielt ein Controlthier (Nr. 45, 570 g.) 1 Oese in 5 ccm Bouillon (5,3 mg pro kg). Es starb nach 19 Stunden an Cholera. Ein zweites Thier (Nr. 46, 580 g) erhielt 1/4 Oese in 2 1/2 ccm Bouillon aufgeschwemmt (1,3 mg pro kg) und wurde nach 22 Stunden, in höchst elendem Zustande und bei einer Temperatur von weniger als 32° durch Chloroform getödtet. Bei der Section typischer Befund, so dass nicht daran zu zweifeln ist, dass dieses Thier auch ohne Chloroform in kurzer Zeit verendet wäre. Es wurde nun eine grössere Anzahl Oesen der Cultur in gemessener Menge Bouillon, die mit Thymol gesättigt war, sorgfältig aufgeschwemmt und von dieser Aufschwemmung nach 1 stündigem Stehen dem Thiere 47 (550 g) eine 2 Oesen entsprechende Menge (11 mg pro 1 kg) injicirt. Es trat Temperaturerniedrigung ein, binnen 4 3/4 Stunden bis auf 36,1°; das Thier zeigte sich in dieser Zeit etwas matt, dann aber folgte rasche Erholung. Thier 48 (800 g) erhielt eine 10 Oesen Cultur (37,5 mg pro 1 kg) entsprechende Menge der thymolirten Aufschwemmung. Dieses Thier war durch mehrere Stunden matt, struppig und schwach. Seine Temperatur sank aber nur bis 37,0°. Am nächsten Tage war auch dieses Thier vollkommen gesund.

2. Agarculturen aus Thier 73 (mit »Indien« inficirt) in ganz ähnlicher Weise, wie oben erhalten, erwiesen sich, in der Menge von 1 Oese übertragen bei Thier 87 (12 mg pro 1 kg) und

Thier 92 (165 g, 18,2 mg pro 1 kg) tödtlich (Tod binnen 20 bezw. 6—18 Std.). Eine solche 17stündige Cultur wurde nun in Bouillon aufgeschwemmt, die Aufschwemmung mit 4—5 Tropfen Chloroform 4 Minuten lang geschüttelt. Nachdem vom überschüssigen Chloroform abgegossen war, liess man die Flüssigkeit ½ Stunde lang offen stehen, bis das gelöste Chloroform vollständig verdunstet war. Es erhielt nun Thier 81, 600 g, eine 6 Oesen Cultur entsprechende Menge (30 g pro 1 kg), Thier 82, 150 g, eine Menge der Aufschwemmung, welche 2 Oesen Cultur (40 mg pro 1 kg) entsprach, injicirt. Beide Thiere äusserten nicht die geringsten Krankheitserscheinungen, mit Ausnahme einer geringen Temperatursteigerung, bei Thier 81 binnen einer Stunde auf 39,4°, bei Thier 82 in derselben Zeit auf 39,1°.

3. Thier 103, 380 g schwer, welches mit 1 Oese (7,9 mg pro 1 kg) Agarcultur »Tonking« aus Thier 91 inficirt worden war, ging binnen 9—18 Stunden ein. — Thier 104, 145 g, welches 1 Oese derselben Cultur in 1½ ccm Bouillon erhielt, nachdem die Aufschwemmung 10 Minuten lang im Wasserbade auf 60—61° erhitzt worden war (20,7 mg pro kg) zeigte sich in den nächsten 4—6 Stunden matt. Seine Temperatur sank binnen 5½ Stunden bis auf 37,2°. Dann aber trat rasch Erholung ein, und am nächsten Tage war das Thier völlig gesund. — Ein anderer Theil der Cultur wurde wieder in Bouillon aufgeschwemmt, in der oben geschilderten Weise mit Chloroform behandelt und nach Verdunsten des Chloroforms während ½stündigem Stehen in offenem Gefässe zur Injection verwendet. Thier 107, 210 g, erhielt eine 2 Oesen entsprechende Menge (28,6 mg pro kg); Thier 106, 390 g schwer, 6 Oesen = 46,2 mg pro 1 kg. Beide Thiere zeigten Temperatursteigerung binnen 3½ Std. auf 40,6 bzw. 40,1°, sonst aber ausser etwas Mattigkeit kein Krankheitssymptom. Am nächsten Tage waren Beide völlig gesund.

4. Während das Thier 116, 230 g, nach Injection von 1 Oese (= 13 mg pro 1 kg) 17stündiger Agarcultur aus Thier 99 (»Indien«) binnen 10 bis 18 Stunden starb, blieb das Thier Nr. 123, 730 g, welches eine Aufschwemmung von 10 Oesen (= 41,1 mg pro 1 kg) einer gleichartigen, 24 Stunden alten

Cultur erhalten hatte, nachdem diese Masse durch 24 Stunden auf steriler Glasplatte bei 37° getrocknet worden war, gesund und munter und zeigte nur Temperatursteigerung bis auf 39,5°.

5. Thier Nr. 142, im Gewichte von 215 g, ertrug ohne Schaden 6 Oesen (= 83,7 mg pro kg) 17stündiger Cultur »Berlin«, nachdem die Abtödtung in der oben beschriebenen Weise mit Chloroform vorgenommen worden war (die Temperatur des Thieres stieg bis auf 39,3°), während das Controlthier Nr. 141 (185 g) der Infection mit 1 Oese = 16,2 mg pro kg der gleichen Cultur binnen 48 Stunden erlag.

6. Thier Nr. 183, 185 g, erhielt 1 Oese (= 16,2 mg pro kg) 17stündiger, höchst virulenter »Berlin« Cultur aus Thier Nr. 166. Es starb binnen 5 Stunden unter rapidem Temperaturabfall. 6 Oesen derselben Cultur, in gewohnter Weise mit Chloroform abgetödtet, störten das Wohlbefinden von Thier Nr. 184, 170 g schwer, nicht im geringsten und hatten nur eine Temperatursteigerung, binnen 2 Stunden auf 39,7° zur Folge, obwohl die Dosis 106 mg pro 1 kg Thier betragen hatte.

Selbstverständlich überzeugte man sich in jedem Falle durch Controlaussaaten davon, dass die Abtödtung der Culturen durch das angewandte Verfahren vollständig erreicht worden war. Wir haben noch mehrere andere einschlägige Versuche angestellt, immer mit demselben Ergebnisse. Wir werden sie aber erst später, im Zusammenhange mit der Frage der Giftbildung durch die Choleravibrionen vorbringen. Das vorstehend Mitgetheilte genügt, um zu zeigen, dass die Leibesbestandtheile der Vibrionen mit der typischen Erkrankung der Meerschweine nichts zu thun haben, sondern, wie wir diess auch sonst von den Bacterioproteïnen wissen, fieberhafte Erscheinungen hervorrufen. Erst durch die Lebensthätigkeit der parasitisch wuchernden Vibrionen werden die den Meerschweinchen verderblichen Substanzen gebildet.

Wir können als Beweis dafür noch eine weitere Thatsache anführen, die jedenfalls den Schlüssel für viele erfolglose Infectionsversuche gibt. Verschiedene Forscher haben schon wahrgenommen, dass ältere Choleraculturen nicht mehr infectiös sind;

so schon Doyen, Nicati und Rietsch (Atténuation du virus cholérique compt. rend. 1885). Bisher wurde aber noch nicht mit genügender Schärfe erkannt, dass die Cholera-Vibrionen und zwar insbesondere solche, welche bei Brütwärme gehalten werden, bei dem Aelterwerden aërober Culturen mit erstaunlicher Schnelligkeit ihre Virulenz (wenigstens für Meerschweine) einbüssen.

Schon eingangs haben wir der Versuche des Einen von uns Erwähnung gethan, wonach 5 ccm 1 Monat und 2 Monate alter Choleracultur in Fleischbrühe mit 1 und 3% Pepton bei 37° Meerschweinchen ohne schädliche Folgen einverleibt wurden. Aber die Virulenz verschwindet in viel kürzerer Zeit.

1. Eine 24 Stunden alte Agarcultur von »Indien« aus Thier Nr. 30 tödtete in der Menge von 1 Oese (= 13 mg pro kg) Thier Nr. 51 (230 g) in 10 Stunden. Eine Oese einer anderen, 23 Stunden alten Agarcultur gleicher Herkunft tödtete Meerschweinchen Nr. 38 (550 g) nach 9 Stunden (5,4 mg pro kg). Nach 4 Tagen und 7 Stunden Aufenthalt im Brütofen wurde dieser Cultur eine Oese entnommen und dem 440 g schweren Thiere Nr. 43 injicirt (6,8 mg pro kg). Die Temperatur des Thieres fiel auf 36,9°. Im Uebrigen blieb es munter und war am nächsten Tage gesund. — Nach 21 Tagen erhielt Thier Nr. 79 (530 g), 1 Oese = 5,6 mg pro 1 kg derselben Cultur. Die Temperatur stieg hierauf binnen 3 Stunden auf 39,1°. Das Thier blieb gesund und munter.

Wie schon oben berichtet worden ist, erlagen die Thiere Nr. 45 und 46 der Infection mit 1, bezw. ¼ Oese 21stündiger Cultur aus Thier Nr. 38 (»Indien«) binnen 19, bezw. 22 Stunden. — Thier 50, 300 g schwer, erhielt 1 Oese = 10 mg pro kg einer 48stündigen Cultur gleicher Herkunft. Nach 6 Stunden betrug die Temperatur 36,3°, und das Thier zeigte sich ziemlich krank. In den nächsten beiden Stunden nahm die Hinfälligkeit des Thieres noch weiter zu, so dass es nach 8 Stunden auf der Seite lag bei einer Temperatur von 35,3°. Dann aber trat Erholung ein, und am nächsten Tage war das Thier vollkommen gesund. — Thier 49, 270 g, erhält eine Oese = 11 mg pro kg 3 Tage

alter Agarcultur derselben Abstammung. Auch dieses Thier erkrankt schwer und zeigt einen allmählichen Temperaturabfall bis 35,5°, genest aber. — Das Medium, auf dem das Wachsthum der Vibrionen erfolgt, scheint ohne Bedeutung für diesen Schwund der Virulenz zu sein. Von demselben Materiale aus Nr. 38 wurde flüssiges Blutserum inficirt, und nach 4 Tagen von der Decke, die sich in dem im Brütofen schiefliegenden Röhrchen gebildet hatte, eine Flocke, die auf 1½ Oesen geschätzt wurde (?), dem Thiere Nr. 63, 620 g, injicirt. Temperaturabfall nur bis 37,7° binnen 7 Stunden, im Uebrigen ungestörte Gesundheit. — Ebenso wurde von einer Platte aus dem oben erwähnten Thiere Nr. 45 nach 3 Tagen flüssiges Blutserum besäet und nach 2 Tagen von der Vegetation etwa 1 Oese voll auf Thier Nr. 59, 430 g schwer, verimpft. Diesmal trat Temperatursteigerung ein, binnen 4 Stunden auf 39,3°. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, dass eine zu kleine Menge verimpft worden war. Die Dosirung war hier selbstverständlich ausserordentlich unzuverlässig.

3. 1 Oese »Indien« aus einer Agarcultur, die von Thier Nr. 55 aus angelegt worden war und sich 8 Tage lang bei Brütwärme befunden hatte, rief bei Thier Nr. 80, 580 g schwer, Temperatursteigerung binnen 3 Stunden bis 40,8° hervor, wobei das Thier sich matt zeigte, dann folgte Genesung. Noch am nächsten Tage aber war die Eigenwärme des Thieres über 39° erhöht.

4. Von der Pariser Original-Cultur von »Tonking«, die vor 3 Tagen angelegt, und 36 Stunden unterwegs war, wurde 1 Oese (= 5 mg pro 1 kg) dem 600 g schweren Thiere Nr. 74 beigebracht. Schwere Erkrankung, Temperaturabfall auf 35° binnen 6, auf 34,4° binnen 8 Stunden, dann aber langsame Genesung (24 Stunden später noch 37,6°), die mit übernormaler Temperatur, 39,1 bis 39,4° endet.

Wie aus dem Vorstehenden entnommen werden kann, haben die jüngeren Culturen, soweit sie sicher dosirt werden konnten, noch schwerere und leichtere Erkrankung und Temperaturabfall bewirkt[1]), während die Thiere auf die Injection der älteren Culturen,

1) Offenbar würden grössere Dosen dieser 2- und 3tägigen Culturen noch getödtet haben.

die offenbar sofort nach der Einverleibung abstarben, mit Temperatursteigerung antworteten. Wir werden dieselbe Erscheinung bei den vollständig immunisirten Thieren wiederfinden, also jedesmal dann, wenn es vermuthlich zur Resorption der Leibesbestandtheile der abgestorbenen Vibrionen kommt.

Bei den eben referirten Versuchen war die Culturschichte vom Agar meist durch einen Querstrich der Oese abgestreift worden, durch den also sowohl die Randtheile als die Mitte der Vegetation berührt wurden. Eine geringe Ueberlegung musste aber zur Vermuthung führen, dass in jüngeren Culturen, welche noch im Wachsen begriffen sind, Rand und Mitte der Vegetation ungleiche Virulenz besitzen müssen. Der Versuch bestätigte dies vollkommen. Von der leider nicht sehr virulenten Generation »Indien« aus Thier Nr. 89 wurde Agar inficirt, nach 48stündigem Wachsthum bei 37° eine Oese von der ganz dünnen, durchsichtigen Randzone der Vegetation vorsichtig abgenommen, und dem 300 g schweren Thiere Nr. 113 injicirt. Nach 5 Stunden war die Temperatur 37,1°, das Thier matt. Nach 7 Stunden war das Thier schwer krank. Temperatur 36,7°. Am folgenden Tage, nach 22 Stunden, war die Temperatur bis auf 34,2° gesunken. Dann hob sie sich wieder allmählich, um nach 48 Stunden 39° zu erreichen. Das Thier genas übrigens nicht mehr völlig und wurde nach 5 Tagen durch Chloroform getödtet. — Zugleich mit Thier Nr. 113 wurde Thier Nr. 114, 260 g, mit 1 Oese inficirt, die aus der dicken mittleren Schichte derselben Cultur entnommen war. Das Thier blieb gesund, war höchstens durch einige Stunden etwas matter. Die Temperatur stieg binnen 1 Stunde auf 39,6°, um dann auf die Norm zu sinken.

Noch schlagender war der folgende Versuch, der mit der höchst virulenten Generation »Berlin« aus Thier Nr. 166 angestellt wurde. Thier Nr. 213, 915 g, erhält eine Oese aus der Mitte der 48 Stunden alten Agarcultur. Nach 1 Stunde war die Temperatur noch normal (38°), nach 2 Stunden war sie bereits auf 40,1° gestiegen, nach 5 Stunden betrug sie wieder 38,3, um in den folgenden Stunden wieder auf 39,2, 39,3, 39,4° zu steigen

Noch nach 24 Stunden wurde eine Temperatur von 39,1° gefunden. — Thier Nr. 214, 895 g, wurde mit einer Oese Randschichte derselben Cultur inficirt. 5 Stunden nach der Infection war die Temperatur 35,6°, nach 6 Stunden 34,8°, nach 7½ Stunden 33,4°, und nach 8 Stunden war das Thier todt!

Es war nun interessant, zu sehen, wie es sich mit der Virulenz von Culturen, die unter anderen Bedingungen gehalten wurden, verhielt. Es liegen uns darüber vorläufig nur Erfahrungen mit der Sorte »Indien« vor. Sie stimmen im Ganzen mit denen an warmen Agarculturen überein, wenn auch hier mehrere Unregelmässigkeiten vorkommen.

Agar bei Zimmertemperatur. Von 3 Thieren, welche je 1 Oese 24stündiger Cultur (aus Thier Nr. 46, 57 und 73) erhalten hatten, gingen 2 unter den gewöhnlichen Erscheinungen ein, während das 3. mit Temperatursteigerung bis auf 40,2° reagirte und davonkam (Nr. 62). — 3 Thiere wurden mit je 1 Oese 48stündiger Cultur inficirt. Davon erkrankten 2 schwer mit Temperaturabfall auf 36,9°, bezw. 34,5°, das 3. zeigte Ansteigen bis 40,1°, und blieb gesund. Nur eines der Thiere starb, und zwar erst nach 11 Tagen unter marastischen Erscheinungen. — 1 Thier, mit 1 Oese 3 Tage alter Cultur inficirt, erkrankte unter Temperatur-Erniedrigung bis auf 36,5°; dagegen starb das Thier, das aus derselben Cultur nach 5 Tagen 1 Oese erhalten hatte, bei gleicher Dosis pro kg, binnen 12 bis 20 Stunden. Das sehr grosse Thier Nr. 125, 890 g, welches 1 Oese der 10tägigen Cultur erhalten hatte, zeigte nur geringe Mattigkeit, und im Maximum 39,2°.

Gelatine-Stichcultur. Bei den Gelatineculturen war eine auch nur annähernde Dosirung sehr schwierig. Man suchte, sich durch folgenden Kunstgriff vergleichbare Verhältnisse zu schaffen. Von zwei gleichen Mengen Bouillon, die sich in Eprouvetten von gleichem Durchmesser befanden, wurde die eine mit einer Oese Agarcultur inficirt, während in die 2. Menge von den Gelatineculturen eingetragen wurde, bis annähernd derselbe Grad der Trübung erreicht war. Ein Thier, das derartig aus einem 24 Stunden alten Gelatinestich »Indien«, Thier Nr. 53, inficirt wurde,

starb nach 21 Stunden. — Ein zweites Thier wurde aus einem gleichartigen Gelatinestich nach 2 Tagen inficirt. Es erkrankte (Temperatur 36,6°), genas aber. Ebenso genas von schwerer Erkrankung (Temp. 35,0°) das Thier, welches aus einem 3 Tage alten Stich gleicher Herkunft angesteckt worden war.

Gelatineplatten-Cultur:

3 Tage alt inficirt 1 Thier, starb nach 32 bis 40 Stunden.
4 " " " 1 " bleibt gesund, Temp. bis 39,6°.
5 " " " 1 " starb nach 9 bis 18 Stunden.
6 " " " 1 " bleibt am Leben, Temp. bis 40,1°.
8 " " " 1 " starb nach 33 bis 42 Stunden.
9 " " " 1 " bleibt am Leben, Temp.-Max.[1]) 39°.

Diese letzten Impfungen gaben somit die am meisten schwankenden Resultate. Bemerkenswerth ist der protrahirte Verlauf in 2 von den 3 tödtlich endenden Fällen.

Es dürfte nicht überflüssig sein, die Ergebnisse der Impfung mit den verschiedenen Culturen der virulenten Sorten kurz tabellarisch zusammen zu fassen. Der Gegensatz der jungen und alten Culturen tritt dabei ganz schlagend hervor:

Wachsthums-Bedingungen des Infections Materiales	Zahl der inficirten Thiere	Von diesen sind		
		gestorben	schwer erkrankt, aber genesen	unbedeutend oder nicht erkrankt
Junge Culturen, 15 bis zu 30 Stunden alt.				
Warmes Agar . . .	30	26	4	—
Agar und Gelatinestich bei gewöhnl. Temp.	4	3	—	1
	34	29	4	1
Alte Culturen, 48 Stunden und darüber alt.				
Warmes Agar . . .	10	1[2])	5	4
Warmes Serum . . .	2	—	1	1
Warme Bouillon . .	2	—	—	2
Kaltes Agar	6	1	3	2
Gelatine-Stich . . .	2	—	2	—
Gelatine-Platte . .	6	3	1	2
	28	5	12	11

1) Soweit gemessen nach $5^1/_2$ Stunden.

2) Thier Nr. 214 inficirt mit der Randschichte der 2tägigen Cultur.

Hat eine Cultur in Folge höheren Alters ihre Virulenz eingebüsst, so ist damit nicht auch dauernd die Virulenz der Generation verloren. Für kürzere Termine können wir wenigstens bestimmt angeben, dass die Virulenz sofort in alter Höhe wieder hergestellt wird, wenn Uebertragung und Wachsthum auf frischem Nährboden erfolgt. Wir haben uns davon oft überzeugt. Hier seien nur zwei Beispiele angeführt.

Wie früher berichtet worden ist, hatten die Agarculturen »Indien« Thier Nr. 30 schon nach viertägigem Aufenthalte im Brutofen eine solche Abschwächung ihrer Virulenz erfahren, dass bei Infection mit 1 Öse Cultur die Temperatur des Thieres nur auf 36,9° fiel, bei ungestörtem Wohlbefinden. Aus der 6 Tage alten Cultur wurde nun ein frisches Agarröhrchen inficirt und aus diesem nach 23 Stunden Thier Nr. 51, 230 g schwer, mit 1 Öse (= 13 mg pro kg). Nach 10 Stunden war das Thier verendet. — 1 Öse der 3 Tage alten Originalcultur von »Tonking« hatte nur schwere Erkrankung des Thieres bewirkt. Dagegen tödtete ½ Öse (= 3,3 mg pro kg) der 24stündigen Cultur, die daraus angelegt worden war, Thier Nr. 78 binnen 8 bis 18 Stunden.

Wir müssen demnach beim Choleravibrio Virulenz der Race und Generation und Virulenz der einzelnen Vegetation unterscheiden; wenigstens, wenn es sich um intraperitoneale Infection der Meerschweine handelt. Die aërobe Cultur, auch der virulentesten Race behält nur durch kurze Zeit ihre volle Virulenz. Um sie wieder herzustellen, müssen die Vibrionen neuerdings unter die günstigsten Bedingungen gebracht, bestens mit Nährstoffen einschliesslich des Sauerstoffs versorgt werden. Nur im Zustande vollster Jugendkraft vermögen sie sich im Meerschweinkörper zu behaupten und die Infectionskrankheit hervorzurufen, ein Beweis, wie gering die parasitäre Befähigung des Choleravibrio auch gegenüber dem Meerschweine ist. Die jugendkräftigen Vibrionen sind aber dann auch für sich allein im Stande, zu inficiren, ohne

dass es nothwendig wäre, ihre Stoffwechselproducte mit zu übertragen.

Je rascher die Entwickelung einer Cultur vor sich geht, um so rascher und sicherer scheint auch die Virulenz der Vibrionen zu schwinden. Desshalb dürften die Ergebnisse bei den warmen Agarculturen um so viel prompter sein. Die geringe Beschränkung in der Nahrungszufuhr oder in der Versorgung mit Sauerstoff, welche jene Vibrionen erleiden, die in der Mitte einer Agarstrichcultur sich befinden, reicht hin, wie wir in zwei überzeugenden Fällen gesehen haben, um ihnen die Virulenz zu nehmen.

Wir sind geneigt, anzunehmen, dass diese Momente auch bei der natürlichen Ausbreitung der Cholera eine Rolle spielen und Manches, was darin dunkel ist, zu erklären vermögen.

Wie sehr die Uebertragung eines Infectionsstoffes erschwert sein wird, der nur so kurze Zeit seine Virulenz behält, brauchen wir nicht auszuführen.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass dieser Schwund der Ansteckungsfähigkeit ohne Verlust der saprophytischen Wachsthumsenergie auch noch bei anderen Microbien vorkommt, und wir haben auch bereits mit Versuchen in dieser Richtung begonnen, insbesondere auch die Typhusbacterien in's Auge gefasst.

Dass nach dem Mitgetheilten die Behauptung Hueppe's, die von Pfeiffer beobachteten Krankheitserscheinungen hätten nichts Specifisches an sich, hätten nichts mit dem Stadium algidum der Cholera zu thun, gänzlich hinfällig ist, braucht nicht weiter bewiesen zu werden. Hier handelt es sich nicht um Enzymwirkungen und Aehnliches. Hueppe's eigene Angaben über die Wirkung der Enzyme sind vorläufig viel zu ungenau, als dass man sie controliren könnte. So fehlt z. B. jede Angabe über die Mengen, in welchen die Culturen injicirt wurden u. s. w. Nach einigen vorläufigen Versuchen möchten wir glauben, dass er mit ganz anderen Grössen operirte als Pfeiffer und wir. Hueppe hat früher übrigens selbst gefunden, dass nur die lebenden Vibrionen Krankheit und Tod bewirken.

Intraperitoneale Verimpfung der Vibrionen von Thier auf Thier.

Wie schon in London berichtet wurde, war es dem Einen von uns bereits im vergangenen Jahre wenigstens in einem Falle gelungen, mit einem Peritonealexsudat eines der Infection mit Eimasse »Paris« erlegenen Thieres ein zweites tödtlich zu inficiren. Ein zweites Thier, welches 1/4 ccm Pleuralexsudat erhalten hatte, zeigte sich nur wenig krank und genas. Zwei Thiere, welche 0,2 bzw. 0,4 ccm Peritonealexsudat des zweiten verendeten Thieres erhalten hatten, blieben gesund. Wir wollen gleich hier bemerken, dass dieses wirkungslose Peritonealexsudat nicht rein serös, sondern serös-eitrig war, masssenhaft Phagocyten enthielt, wie auch stark eitriger Belag auf Leber und Netz vorhanden war. Wir kommen auf diese wichtige Erscheinung noch zurück. In zwei anderen Fällen blieb die Uebertragung von 2 bzw. 1 ccm Peritonealexsudat von Thieren, die der Infection mit Eimasse »Bouillon« erlegen waren, wirkungslos. Diese Misserfolge sind jedenfalls von der geringen Virulenz der damals verwendeten Sorten abhängig, denn bei unseren heurigen Versuchen waren wir im Stande, zum Theile lange Ketten mit 7 und 8 Gliedern wirksamer Infectionen zu erzielen. Die Uebertragung von 0,2 bis 1,0 ccm Peritonealexsudat rief bei positivem Erfolge fast genau dieselben Krankheitserscheinungen hervor, wie die Uebertragung der aëroben Culturen. In manchen Fällen, aber durchaus nicht in allen — traten die Symptome der Erkrankung und der Temperaturabfall etwas früher auf, als bei der Verimpfung der Culturen, nach 1 bis 1 1/2 Stunden. Niemals traten unmittelbar nach der Injection Störungen ein; niemals wurde ein, wenn auch kurzes Incubationsstadium vermisst. Bei den ersten Gliedern der Reihen »Indien« und »Tonking« erscheint die Krankheitsdauer stets verkürzt, und zwar schon beim ersten Thiere, welches Exsudat erhält, in ungefähr demselben Maasse, wie bei den folgenden, so dass also eine Zunahme der Virulenz im Laufe der Uebertragungen von Thier zu Thier nie zu constatiren war. In den genau constatirten Fällen starben die Thiere in den Reihen mit »Indien« in 8 bis 11 1/2 Stunden, in jenen mit »Tonking« in 6 bis 13 1/2 Stunden. In den Reihen mit »Berlin« war die Krank-

heitsdauer dieselbe, wie nach der Verimpfung der höchstvirulenten Culturen, 5 bis 7 1/4 Stunden. Auch der Sectionsbefund stimmt bei den ersten Gliedern der Reihen fast völlig mit dem früher geschilderten überein. Sehr häufig, aber nicht immer, fanden sich Hämorrhagien in der Bauchwand und im Zwerchfelle in weit grösserer Ausdehnung, als nach der Verimpfung der aëroben Culturen. So war in mehreren Fällen der ganze musculöse Theil des Zwerchfells von Hämorrhagien durchsetzt. Peritoneal- und Pleural-Exsudat waren dann stark blutig.

Wir haben zahlreiche Uebertragungsreihen durchgeführt. Nicht als Beweise für die infectiöse Natur der Krankheit, die ja ohnehin schon feststand, sondern wegen der merkwürdigen Wahrnehmungen, die der Eine von uns schon bei den ersten derartigen Versuchen gemacht hatte.

Während von vorneherein vermuthet worden war, dass sich bei diesen Uebertragungen eine Erhöhung der Virulenz der Vibrionen und der Giftigkeit der Krankheitsproducte ergeben werde, stellte es sich heraus, dass es, wenn nicht allzu grosse Mengen Infectionsstoff verwendet wurden, *unmöglich ist, die Krankheit dauernd rein contagiös, durch Uebertragung von Thier zu Thier fortzupflanzen.* Früher oder später bleibt der Erfolg der Uebertragung aus. Das inficirte Thier erkrankt dann nur leichter oder schwerer und genest oder erfährt überhaupt keine wahrnehmbare Gesundheitsstörung, *trotzdem in dem übertragenen Krankheitsproducte oft massenhaft Vibrionen vorhanden sind.*

Legt man dann mit den Krankheitsproducten des letzten verendeten Thieres der Reihe, die bei directer Uebertragung versagt hatten, Culturen an und verimpft man in bekannter Weise eine kleine Menge junger Agarcultur auf ein frisches Thier, so geht dieses in typischer Weise an Cholera zu Grunde und kann zum Ausgangspunkte einer neuen Uebertragungsreihe dienen. Da wir diesen Beobachtungen eine hohe Wichtigkeit beimessen, und den Leser in den Stand setzen wollen, die Richtigkeit unserer Schlüsse zu prüfen, theilen wir das Wichtigste aus den Protocollen mit.

Uebertragungs-Reihen.

Nr. des Versuchsthieres in der Uebertragungsreihe	Nr. des Versuchsthieres im Infectionsprotokolle	Gewicht des Thieres	Tag und Stunde der Infection	Infectionsstoff	Dosis in ccm absolut	Dosis in ccm pro 1 kg	Tod nach wie vielen Stunden?	Section wie viele Stunden nach dem Tode?	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Peritonealexsudat	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Pleuralexsudat	Verwendung des Exsud. zu neuer Infection wieviele Stunden nach dem Tode?
1. Reihe.											
I	G 2	—	27. XII. 90 6h 30′ A.	»Paris« 17tägige Eicultur	1	—	14 1/2	8	2 ccm blutig serös, massenhaft lange Schraubenfäden	1/4 ccm, blutig serös, zahlreiche schöne Kommas u. S-Formen	1 u. 2
II	G 4	—	28. XII. 90 5h A.	Pleural-Exs. von I	1/4	—			wenig krank, bleibt am Leben		
II$_1$	G 5	—	28. XII. 6h A.	Periton.-Exs. von I	1	—	4—12	3—11	0,6 ccm, schwach blutig-eitrig. Ungeheure Massen von Vibrionen in Flöckchen und Haufen	0,3 ccm, trüb. Massenhaft Vibrionen in Flöckchen	8
III	G 6	—	29. XII. 5h A.	Periton.-Exs. von II$_1$	0,4	—			bleibt gesund		
III$_1$	G 7	—	29. XII. 5h A.	Periton.-Exs. von II$_1$	0,2	—			bleibt gesund		

2. Reihe.

I	G 15	—	30. I. 91 11h 45' Vm.	»Bouillon« 30täg. Eicultur	5	—	11—19	2—10	5 ccm, trüb, eitrig. Reichliche Vibrionen (S- und längere Schraubenform)	wenige Tropfen, spärliche Vibrionen	2
II	G 16	—	31. I. 12h 20' Nm.	Periton.-Exs. von I	2	—			bleibt gesund		

3. Reihe.

I	G 21	—	21. II. 91 11h 20' Vm.	»Bouillon« 20täg. Eicultur	4	—	11—22	2—13	mehrere ccm, blutig-serös. Massenhaft Kommas und lange Schrauben	mehrere ccm, blutig-serös. Zahlreiche Kommas, S-Formen und Schraubenfäden	3
II	G 25	—	22. II. 12h	Periton.-Exs. von I	1	—			bleibt gesund		

4. Reihe.

I	27	390	30. V. 92 11h Vm.	»Indien« 19täg. Eicultur	1	—	12—16	6—10	5 ccm, rein serös, reichlich	1½ ccm, serös, Vibrionen	½
II	28	310	31.V. 11h Vm.	Periton.-Esc. von I	1	—	10½-16	6—16	5 ccm, serös, reichlich Kommas	2 ccm, und Schraubenfäden	5—6
III	29	350	1. VI. 5h A.	Periton.-Exs. von II	1	—	7—12	5—10	0,15 ccm, serös reichlich Kommas	0,3 ccm, und Schraubenfäden	1
IV	30	300	2.VI. 10h Vm.	Periton.-Exs. von III	0,15	—	10—16	12—18	7½ ccm, Verunreinigung mit artigen Bacterien, wess gebrochen	0,15 ccm, fremden, Proteus-halb der Versuch ab-wurde.	

Nr. des Versuchsthieres in der Uebertragungsreihe	Nr. des Versuchsthieres im Infectionsprotokolle	Gewicht des Thieres	Tag und Stunde der Infection	Infectionsstoff	Dosis in ccm absolut	Dosis in ccm pro 1 kg	Tod nach wie vielen Stunden?	Section wie viele Stunden nach dem Tode?	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Peritonealexsudat	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Pleuralexsudat	Verwendung des Exsud. zu neuer Infection wieviele Stunden nach dem Tode?
						5. Reihe.					
I	51	230	13. VI. 10h 30' Vm.	»Indien« Th. 38 Agarcultur	1 Oese	—	10—16	10—16	2—3 ccm, serös, massenhaft Vibrionen	1,5 ccm	3
II	52	240	14. VI. 1h Nm.	Periton.-Exs. von I	1	—	8	10½	mehrere ccm von beiden, serös, reichlich Vibrionen		
						6. Reihe.					
I	87	250	2. VII. 4h 15' Nm.	»Indien« Th. 73 Agarcultur	1 Oese	—	18½	sofort	0,75 ccm, serös, reichlich	1 ccm Vibrionen	½
II	89	200	3. VII. 12h 30'	Periton.-Exs. von I	0,75	—	7—14	sofort	wenige Tropfen, reichlich	½ ccm, serös Vibrionen	
						7. Reihe.					
I	92	165	5. VII. 4h 45' Nm.	»Indien« Th 73 Agarcultur	1 Oese	—	6—14	6—14	1 ccm, serös, reichlich	1 ccm, Vibrionen	sofort
II	99	590	6. VII. 10h 15' Vm.	Periton.-Exs. von I	1	1,69	9 getödtet mittelst Chlorof.	sofort	2 ccm, serös, zahlreich schöne Vibrionen	einige Tropfen	sofort
III	101	310	6. VII. 7h A.	Periton.-Exs. von II	1	3,22			bleibt gesund		

				7a. Reihe.							
I	116	230	9. VII. 11h Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 7. II.	1 Oese	—	8—14	6—12	2 ccm, blutig-serös, reichlich	einige Tropfen, Vibrionen	sofort
II	121	400	10. VII. 10h 45' Vm.	Periton.-Exs. von I	1	—	10—14	15—19	2 ccm, blutig-serös, reichlich Vibrionen	Pleural-Exs. m. fremden Bacterien verunreinigt	
				8. Reihe.							
I	103	380	7. VII. 12h 30' Nm.	»Tonking« Th. 91 Agarcultur	1 Oese	—	8—14	6—12	2 ccm, blutig-serös, reichlich	1½ ccm, serös Vibrionen	sofort
II	111	410	8. VII. 11h 30' Vm.	Periton.-Exs. von I	½	1,22	8½	13	1 ccm blutig-serös, massenhaft Vibrionen	1 ccm	sofort
III	118	360	9. VII. 11h Vm.	Pleural-Exs. von II	1	2,78	7½	sofort	2½ ccm, blutig-serös massenhaft	wenige Tropfen Vibrionen	sofort
IV	119	540	9. VII. 7h 15' A.	Periton.-Exs. von III	1	1,85	10—12	½—2½	2½ ccm, blutig-serös massenhaft	¼ ccm, serös Vibrionen	2—3
V	120	365	10. VII. 10h 45' Vm.	Periton. Exs. von IV	1	2,78	10—11	15—16	2 ccm trüb, massenhaft Vibrionen Verunreinigung durch spärliche Langstäbchen	½ ccm, massenhaft Vibrionen vereinzelt Langstäbchen	sofort
VI	122	650	11. VII. 11h 30' Vm.	Pleural-Exs. von V	½	0,77	10¾	sofort	2½ ccm, serös-eitrig reichlich und rein	3—4 Tropfen eitrig Vibrionen	sofort
VII	128	340	12. VII. 10h 45' A.	Periton.-Exs. von VI	1	1,35			bleibt am Leben		
				8a. Reihe.							
I	146	360	15. VII. 5h A.	Agarcultur aus Pleural.-Exs. von Th. 8 VI	1 Oese	—	6—13	2—9	10 ccm, blutig-serös massenhaft	einige Tropfen Vibrionen	sofort
II	152	240	16. VII. 8h 30' Vm.	Periton.-Exs. von I	½	2,08	9½	sofort	5 ccm, serös massenhaft	einige Tropfen Vibrionen	1½

Nr. des Versuchsthieres in der Uebertragungsreihe	Nr. des Versuchsthieres im Infectionsprotokolle	Gewicht des Thieres	Tag und Stunde der Infection	Infectionsstoff	Dosis in ccm absolut	Dosis in ccm pro 1 kg	Tod nach wie vielen Stunden?	Section wie viele Stunden nach dem Tode?	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Peritonealexsudat	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Pleuralexsudat	Verwendung des Exsud. zu neuer Infection wieviele Stunden nach der Section?
III	160	300	16. VII 7h A.	Periton.-Exs. von II	1	3,33	13 1/2	sofort	5—6 ccm, serös-eitrig, massenhaft Vibrionen,	einige Tropfen, zahlreiche Vibrionen	sofort
IV	162	360	17. VII. 9h Vm.	Periton.-Exs. von III	1	2,78	6	4 1/2	2 ccm, blutig-serös, massenhaft Vibrionen,	einige Tropfen, nicht zahlreiche Vibrionen	sofort
V	163	430	17. VII. 8h A.	Periton.-Exs. von IV	1/2	1,16	20	sofort	5 ccm, eitrig, fadenziehend massenhaft	1/3 ccm, trüb, Vibrionen	sofort
VI	169	680	18. VII. 4h 30' Nm.	Periton.-Exs. von V	1	1,47	24 1/2	sofort	1/2 ccm, eitrig, reichlich Vibrionen längere Formen	2 ccm, serös, sehr reichlich Vibrionen	sofort
VII	177	620	19. VII. 5h 30' Nm.	Pleural-Exs. von VI	1	1,61			bleibt gesund		
VII1	178	510	19. VII. 5h 30' Nm.	Periton.-Exs. von VI	1/2	0,98			bleibt gesund		
							8b. Reihe.				
I	196	440	22. VII. 11h Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 8a VI	1 Oese	—	15—18	2—5	10—12 ccm, serös, reichlich Kommas und S-Formen,	5—6 ccm, serös, spärlich Kommas	

						9. Reihe.					
I	127	770	12. VII. 7h 30′ Vm.	Agarcultur aus »Indien« Th. 99	2 Ösen	—	13½	1	2 ccm, rein serös, massenhaft	1 ccm, serös, Vibrionen	sofort
II	129	200	12. VII. 10h 45′ A.	Periton.-Exs. von I	1	5,00	6—8	1—3	1½ ccm, serös, massenhaft	½ ccm, serös, Vibrionen	sofort
III	130	260	13. VII. 11h 30′ Vm.	Periton.-Exs. von II	½	1,92	9½	sofort	4 ccm, serös, Kommas spärlich, zahlbenfäden mit 4—6	½ ccm, blutig-serös reicher längere Schrau-Windungen	sofort
IV	133	270	13. VII. 9h A.	Periton.-Exs. von III	½	1,85			bleibt gesund		
						9a. Reihe.					
I	165	560	18. VII. 9h Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 9. III.	1 Oese	—	28	sofort	1 ccm, serös, etwas eitrig.		
						10. Reihe.					
I	132	460	13. VII. 11h 30′ Vm.	Agarcultur »Indien« aus Ei	1 Oese	—	8—14	2—8	3 ccm, blutig-serös, massenhaft	1 ccm, serös, Vibrionen	sofort
II	134	205	14. VII. 9h 30′ Vm.	Periton.-Exs. von I	1	5,00	11½	sofort	2 ccm, blutig-serös, massenhaft	1 ccm, serös, Vibrionen	sofort
III	144	200	14. VII. 9h 30′ A.	Periton.-Exs. von II	1	5,00	8	4	2 ccm serös eitrig, massenhaft Vibrionen	½ ccm, blutig serös, zahlreiche Vibrionen	sofort
IV	145	200	15. VII. 9h 15′ Vm.	Periton.-Exs. von III	1	5,00	14—21	2—9	½ ccm, serös-eitrig, massenh. Vibrion., überwiegend lange Formen	½ ccm, eitrig, nicht sehr zahlreiche Vibrionen	sofort
V	153	390	16. VII. 8h Vm.	Periton.-Exs. von IV	½	1,30	10½	sofort	2—3 ccm (nicht notirt) massenhaft Vibrionen	1 ccm spärliche Vibrionen	sofort
VI	161	310	16. VII. 7h 15′ A.	Periton.-Exs. von V	1	3,22	26	sofort	1 ccm, eitrig, spärliche Vibrion., lange Formen,	2—3 ccm, blutig-serös, spärliche Vibrionen	sofort
VII	164	230	17. VII. 9h 15′ A.	Perit.-Exs. von VI	½	2,17			bleibt gesund		

Nr. des Versuchsthieres in der Uebertragungsreihe	Nr. des Versuchsthieres im Infectionsprotokolle	Gewicht des Thieres	Tag und Stunde der Infection	Infectionsstoff	Dosis in ccm absolut	Dosis in ccm pro 1 kg	Tod nach wie vielen Stunden?	Section wie viele Stunden nach dem Tode?	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Peritonealexsudat	Menge, Beschaffenheit und Vibrionenbefund: Pleuralexsudat	Verwendung des Exsudats zu neuer Infection wieviele Stunden nach der Section?
							10a. Reihe.				
I	195	200	22. VII. 11h Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 10. VI.	1 Oese	—	erkrankt sehr schwer, Temperaturabfall bis 33,3°, erholt sich aber nach 2 Tagen				
							11. Reihe.				
I	166	285	18. VII. 12h 30	»Berlin« 7 tägige Eicultur	1	—	8 1/2	sofort	2 ccm, blutig-serös, massenhaft	1/2 ccm, serös, Vibrionen	sofort
II	170	750	18. VII. 9h A.	Periton.-Exs. von I	1	1,33	5—11	2—8	15 ccm, rein serös, massenhaft	5 ccm, serös, Vibrionen	sofort
III	171	200	19. VII. 8h 15' Vm.	Periton.-Exs. von II	1/2	2,50	5	1 1/4	5—6 ccm, serös, massenhaft	1—1 1/2 ccm serös, Vibrionen	sofort
IV	176	290	19. VII. 3h Nm.	Periton.-Exs. von III	1/2	1,72	7 1/4	sofort	8 ccm, serös, massenhaft	1—2 ccm, serös, Vibrionen	sofort
V	179	640	19. VII. 10h 30' A.	Periton.-Exs. von IV	1/2	0,78	5—6	1—2	5 ccm, serös, etwas eitrig, massenhaft	3 ccm, serös, Vibrionen	sofort
VI	180	200	20. VII. 6h 45' Vm.	Periton.-Exs. von V	1/2	2,50	4 1/2	sofort	2 ccm, serös, massenhaft Vibrionen, darunter vereinzelte Schraubenfäden	2 ccm, serös,	sofort
VII	181	690	20. VII. 12h	Periton.-Exs. von VI	1/2	0,72	6 1/2	sofort	12—15 ccm, serös massenhaft	10 ccm, serös Vibrionen	sofort
VIII	182	550	20. VII. 7h Vm.	Periton.-Exs. von VII	1/2	0,90	5—11	2—8	10 ccm, blutig serös, massenhaft	5 ccm, serös, Vibrionen	sofort

					12. Reihe.						
I	183	185	21. VII. 10h 15' Nm.	Agarcultur aus »Berlin« Th. 166	1 Oese	—	5	sofort	3—4 ccm, serös, massenhaft	2 ccm, serös, Vibrionen	sofort
II	191	285	21. VII. 4h 15' Nm.	Pleural-Exs. von I	0,30	1,05	$5^{1}/_{4}$	sofort	5—7 ccm, serös, massenhaft	4—5 ccm, serös, Vibrionen	sofort
III	192	320	21. VII. 10h 15' A.	Periton.-Exs. von II	0,25	0,78	5—7	1—3	6 ccm, serös, massenhaft	einige Tropfen Vibrionen	sofort
IV	193	130	22. VII. 6h 45' Vm.	Periton.-Exs. von III	0,20	1,54	5	sofort	1—2 ccm, serös, zahlreiche Kommas u. längere Schraubenfäden	2 ccm, serös, spärliche Vibrionen	sofort
V	197	540	22. VII 12h 15'	Periton.-Exs. von IV	0,15	0,28	$67^{3}/_{4}$	sofort	wenige Tropfen spärliche (nur durch Platten	12 ccm, Vibrionen cultur nachweisbar)	
					12a. Reihe.						
I	210	240	26. VII. 9h 20' Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 12. IV.	1 Oese	—	$4^{3}/_{4}$	sofort	3—4 ccm, rein serös massenhaft	1—$1^{1}/_{2}$ ccm, rein serös, Vibrionen	
					13. Reihe.						
I	198	590	24. VII. 7h 15' Vm.	Agarcultur aus »Berlin«, Th. 166	1 Oese	—	$6^{1}/_{4}$	sofort	8—10 ccm, serös, reichlich Vibrionen,	5 ccm, serös, nicht sehr zahlreiche Vibrionen	sofort
II	200	485	24. VII. 1h 45' Nm.	Periton.-Exs. von I	0,2	0,41	$8^{1}/_{4}$	sofort	8—10 ccm, serös, reichlich Vibrionen,	5 ccm, serös, sehr spärliche Vibrionen	sofort
III	201	430	24. VII. 10h 20' A.	Periton.-Exs. von II	0,2	0,47	$10^{1}/_{2}$	sofort	6—8 ccm, serös, spärliche Vibrionen	4—5 ccm, serös, spärliche Vibrionen	sofort
IV	202	715	25. VII. 11h 35' Vm	Periton.-Exs. von III	0,5	0,70			bleibt gesund		
					13a. Reihe.						
I	217	146	29. VII. 10h 20' Vm.	Agarcultur aus Periton.-Exs. von Th. 13. III.	1 Oese	—	$4^{3}/_{4}$	sofort	2—3 ccm, serös trüb massenhaft	1—$1^{1}/_{2}$ ccm, serös Vibrionen	

Von den verzeichneten Uebertragungsreihen können 3 (Nr. 4, 5 und 6) zur Entscheidung der Frage, ob fortgesetzte Contagion bei dieser artificiellen Meerschwein-Cholera möglich ist oder nicht, nicht herangezogen werden, da sie vor der Zeit abgebrochen wurden. Sie sind nur aus statistischen Gründen angeführt, die sogleich erhellen werden. Betrachten wir die übrigen 11 Reihen, so finden wir nur bei Reihe 11 bis zur letzten Uebertragung keine Veränderung des Erfolges. Wir haben die Reihe beim 8. Gliede abgebrochen, weil bei Uebertragung gleicher Mengen des Krankheitsproductes das Ende der Reihe nicht abzusehen war, und wir an Thieren sparen wollten. $^1/_2$ ccm Peritonäalexsudat bedeutete eben bei dieser höchst virulenten Sorte viel mehr Schädlichkeit, als 1 und 2 ccm bei den anderen Reihen. Bei allen anderen Reihen reisst der Faden, oder es stellen sich doch unverkennbare Zeichen ein, dass er demnächst reissen werde (12 V).

Es ist unverkennbar, dass er, ungefähr gleiche Dosen vorausgesetzt, um so früher reisst, je weniger virulent das Ausgangsmaterial ist. Ob an dem Versagen in den 3 ersten Reihen nur diess die Schuld trägt, oder auch der Umstand mitwirkte, dass so viel Zeit zwischen dem Tode des einen Thieres und der Infection des nächsten verstrich, mag dahingestellt bleiben.

Aus welchen Gründen war es nun nicht möglich, die Reihen weiter zu führen? Lag es an der Dosirung? Unsere Reihen sind in dieser Beziehung etwas mangelhaft, indem die verimpften Mengen, auf gleiches Thiergewicht berechnet, bedeutend wechseln. Zum Glücke wechseln sie aber regellos. Nur bei Reihe 12 kann der Verdacht entstehen, dass die relativ geringe Menge Infectionsstoff ungenügend war; bei allen anderen können wir diesen Erklärungsgrund ausschliessen, namentlich, wenn wir berücksichtigen, wie gleichgiltig die Grösse der Dosis bei den Anfangsgliedern der Reihe ist (siehe z. B. Reihe 11).

Die nächste Vermuthung ist ohne Zweifel die, dass es Meerschweine gäbe, welche gegen die intraperitoneale Infection mit Choleravibrionen refractär sind, und dass die Reihen abbrechen,

wenn zufällig ein solches refractäres Thier inficirt wird. Dieser Einwand verdient sorgfältigste Erwägung.

Nach dieser Annahme müssten unter den 51 Thieren, welche mit Krankheitsproducten inficirt wurden, 13 = 25,5% refractär gewesen sein. Wieviele Thiere fanden sich nun bei den sonstigen Infectionen, bei denen Verdacht auf eine gewisse natürliche Immunität überhaupt entstehen könnte?

Hier die Antwort:

Unter 19 Thieren, die mit Eimasse inficirt wurden	0 =	0 %
„ 34 „ „ „ jungen virulenten Culturen inficirt wurden	5 =	14,7%
„ 53 Thieren	5 =	9,4%

Nur eines von diesen 5 Thieren blieb ganz gesund und reagirte mit Temperatursteigerung auf 40,2° (Nr. 62 mit kalter 24stünd. Agarcultur inficirt), und nur bei diesem Thiere ist der Verdacht, dass es immun war, wohl begründet. Die 4 anderen waren dem Tode nahe. Eines davon hatte nur ¼ Oese »Tonking« erhalten (s. o. Nr. 76). Zwei waren aus derselben Generation »Indien Thier Nr. 89« inficirt, und diess macht es sehr wahrscheinlich, dass es hier an der Virulenz des Infectionsstoffes fehlte. (Nr. 105 und 115). Das fünfte Thier, Nr. 195, war mit einer Cultur aus Thier 161, dem VI. der 10. Reihe (s. o.) inficirt worden. Auch in diesem Falle hat man es nach unserer, gleich näher auszuführenden Auffassung mit einem abgeschwächten Infectionsstoffe zu thun. Von 53 sonstig inficirten Thieren ist somit nur 1 als refractär verdächtig = 1,89%. Da Infectionen verschiedener Art promiscue zur selben Zeit vorgenommen wurden, ist es unverständlich, warum sich die refractären Thiere so ungleich vertheilt haben sollten. Ebenso unverständlich wäre die Vertheilung der refractären Thiere in den einzelnen Reihen.

Von 51 Thieren insgesammt refractär . .	13	= 25,5%
„ 18 II. Thieren der Reihen „ . .	3[1])	= 16,7%

1) Alle 3 mit Stoffen, von den alten Laboratoriumshütern »Paris« und »Bouillon« herrührend, inficirt.

Von	33 III. und höheren Thieren der Reihen	10	= 30,3 %
„	11 III. Thieren der Reihen	3 [1])	= 27,3 %
„	12 IV. und V. Thieren der Reihen . .	3	= 25 %
„	9 VI. „ VII. „ „ „ .	4	= 44,4 %

Die Betrachtung der angeführten Zahlen scheint uns zu lehren, dass auch durch natürliche Immunität der Versuchsthiere das Abbrechen der Reihen nicht zu erklären ist, sondern dass hier eine Gesetzmässigkeit vorliegt, die nur aus der Beschaffenheit des Infectionsstoffes erklärt werden kann.[2]) Es ergäbe sich daher aus unseren Versuchen der Schluss, dass unsere Vibrionen bei fortgesetzter intraperitonealer Uebertragung unmittelbar von Thier zu Thier die Fähigkeit, zu inficiren, verlieren. Dafür spricht auch folgendes.

Bei fast allen Reihen verräth sich die Abnahme der parasitären Befähigung der Vibrionen in irgend einer Weise schon vor dem Versagen der Ueberimpfung. Als Zeichen dafür sind anzusehen: Verlängerung der Lebensdauer der inficirten Thiere (8 VI. [?]; 8a V. u. VI.; 10 VI.; 12 VI.; 13 III.). Zunahme der Entzündungserscheinungen, Eitrigwerden des Peritonäalexsudates. Phagocystose[3]) (1 II.; 8 VI.; 8a V u. VI.; 10 III und in zunehmendem Masse bei den folgenden Thieren); Auftreten längerer Schraubenformen (2 I.; 3 I.; 8a VI; 10 VI; 12 IV.). Spärlichwerden der Microbien im Exsudate überhaupt. (9 III.; 10 VI.; 12 V.; 13 III.). In mehreren Fällen war die Veränderung im Krankheitsverlaufe und Sectionsbefunde so charakteristisch, dass der Misserfolg der Weiterimpfung vorausgesagt werden konnte. Desshalb konnte auch, in einem Augenblicke des Thiermangels, von weiterer Verimpfung von 12 V. abgesehen werden, ohne dass die Reihe an Beweiskraft verlöre. Nur bei Reihe 7 verrieth

1) 2 davon mit kleinen Dosen von der Abstammung »Paris«. Wird von diesen 5 Thieren abgesehen, dann stellen sich die Zahlen so:

Von	15 II. Thieren der Reihen refractär . .	0	= 0 %
„	9 III. „ „ „ „ . .	1	= 11,1 %

2) Das Experimentum crucis, Reihen mit steter Paralellinfection mehrerer Thiere, konnten wir bisher Thiermangels halber noch nicht ausführen.

3) Erscheinungen, die uns im Gefolge der Abschwächung auch bei anderen pathogenen Microbien vertraut sind.

der Sectionsbefund des Thieres II nichts. Dies liegt aber vielleicht daran, dass das Ende des Thieres durch Chloroformirung herbeigeführt worden war, weil die Zeit fehlte, um das natürliche Ende des Thieres abzuwarten. Auffallend ist es, dass in den meisten Fällen in den unwirksamen Exsudaten reichlich, oft massenhaft Vibrionen vorhanden waren Diese hatten sich also meist (in 8 von 12 Fällen) im letzten Thiere, indem sie sich überhaupt noch hatten behaupten können, noch reichlich vermehrt. Es erscheint verwunderlich, dass Microbien, welche in solcher Weise ihren Parasitismus bestätigt haben, unfähig sein sollen, auf ein anderes empfängliches Thier übertragen, hier weiter zu wuchern. Wir vermuthen, dass dies folgendermaassen zu erklären sein wird: Die Choleravibrionen haben, wie auch die Befunde bei der Cholera des Menschen beweisen, nur geringe Befähigung zum Parasitismus (was nicht hindert, dass sie durch ihre Produkte höchst gefährlich sind). Nur im Zustande vollster Lebensenergie vermögen sie sich in der Bauchhöhle des Meerschweines anzusiedeln, wenn sie ohne ihre Stoffwechselproducte dahin verbracht werden. Insbesondere dürfte es für ihre Ansiedelung von entscheidender Wichtigkeit sein, ob sie durch ihre Ausscheidungen im Stande sind, seröse Transsudation anzuregen (die Phagocyten fern zu halten?). Bei der andauernden anaërobischen Lebensweise im Thierkörper verlieren sie diese Fähigkeit der Giftbildung mehr und mehr, ohne zugleich wachsthumsunfähig zu werden. Durch einige Zeit hält aber der anfänglich gebildete, in den Krankheitsproducten mitübertragene Vorrath schädlicher Stoffe vor und ermöglicht so auch den abgeschwächten Vibrionen noch die Ansiedelung. Ist einmal der Widerstand des Wirthskörpers gebrochen, dann geht auch oft noch die Vermehrung reichlich vor sich. Bei einer der nächsten Uebertragungen aber reicht die mitübertragene Menge der schädlichen Stoffe nicht mehr aus, und die abgeschwächten Vibrionen ziehen dann den Kürzeren. Diese Hypothese ist übrigens der experimentellen Prüfung zugänglich, die wir demnächst in Angriff nehmen wollen.

Man könnte auch denken, dass die mit den Vibrionen übertragenen Gebilde und Stoffe des Wirthes (die Leucocyten u. s. w.)

die Neuinfection hindern. Wir wollen diese Möglichkeit ebenfalls experimentell in Betracht ziehen. Man kommt damit aber nicht um die Abschwächung der parasitischen Befähigung der Vibrionen herum. Denn, wenn es an gelösten Stoffen aus dem Wirthskörper liegt, warum schaden sie der Ansiedelung der Vibrionen nicht schon im Anfange der Uebertragungen? Und, wenn es die geformten Bestandtheile sind, warum werden die Wanderzellen nicht später von den Exsudaten in eben dem Maasse fern gehalten, wie anfänglich?

Es scheint uns somit der Schluss unausweichlich zu sein, dass bei fortgesetzter und ununterbrochener Uebertragung von Thier zu Thier die parasitäre Befähigung der Choleravibrionen abnimmt, und dass desshalb die rein contagiöse Fortpflanzung unserer experimentellen Meerschwein-Cholera nicht möglich ist. Wollen wir, von einer bestimmten Stammcultur der Vibrionen ausgehend, diese Krankheit weiter fortpflanzen, dann ist es nothwendig, die Vibrionen zeitweilig auf todtem Substrate bei reichlichem Luftzutritte zu züchten. Die aërobe Existenz ist die den Choleravibrionen gemässeste und zuträglichste. Unter solchen Bedingungen lebend, gewinnt die Generation in kurzer Zeit ihre Lebenseigenschaften voll wieder und damit auch die Fähigkeit, in winziger Menge dem Thiere einverleibt, hier zu parasitiren; freilich nur dann, wenn ihnen gute Nährstoffe in genügender Menge dargeboten werden. Die einzelne aërobe Cultur behält ihre volle Virulenz nur durch wenige Stunden. Nur wenn die Möglichkeit gegeben ist, einen frischen Nährboden zu besiedeln, behalten die Vibrionen die volle Ansteckungsfähigkeit bei. Dies alles gilt zunächst nur für jene Art künstlicher Meerschwein-Cholera, wie sie durch intraperitoneale Infection erzielt wird. Diese Krankheit ist, wenn unsere Darstellung naturgetreu ist, eine miasmatisch-contagiöse Krankheit, und zwar die erste, bei der die Zusammenhänge experimentell erklärt sind. Die Bezeichnung »miasmatisch-contagiös« wird hier in dem Sinne gebraucht, der, wenn man

nicht combinirte Wirkung zweier oder mehrerer Keime annehmen will, heute wissenschaftlich allein zulässig ist, in dem Sinne, dass die Krankheitskeime zwar vom Kranken ausgeschieden werden bezw. direct vom Kranken auf den Gesunden wirksam übertragen werden können, dass aber zur dauernden Erhaltung und Ausbreitung der Krankheit ein Entwicklungsstadium der Microbien ausserhalb des Wirthskörpers erforderlich ist. Es wäre verlockend, an dieser Stelle per analogiam eine Theorie der Aetiologie der menschlichen Cholera aufzustellen. Der Kenner der Verbreitungsweise dieser Krankheit wird jedoch schon selbst herausfinden, wie weit das Dunkel derselben erhellt würde, wenn die dargelegten Bedingungen der Ansteckung auch für den Menschen gelten. Wir wollen daher weitere Ausführungen in dieser Richtung verschieben, bis wir weitere experimentelle Grundlagen geschaffen, insbesondere noch andere Infectionsmodi versucht haben. Die schönste Theorie wird zum Hemmniss der Erkenntnis, wenn sie voreilig als erwiesen hingestellt wird und ein plausibler Einfall ist noch nicht die Lösung eines wissenschaftlichen Problems.

Zur Frage der Choleragifte.

Aus den bisherigen Mittheilungen hat der Leser entnommen, dass es bei der intraperitonealen Infection der Meerschweine darauf ankommt, dass die injicirten Vibrionen zur parasitären Ansiedelung kommen, sowie, dass vollkräftige aërobe Culturen der verschiedenen Vibriosorten dazu ohne weiteres befähigt sind, und dann eine Krankheit hervorrufen, die bezüglich der Raschheit ihres Verlaufes, in ihren Symptomen, und auch bez. der Raschheit der Genesung in den günstig verlaufenden Fällen in hohem Grade der menschlichen Cholera ähnelt Dass diese Krankheitserscheinungen durch Giftstoffe bewirkt werden, die von den Choleravibrionen im Thierkörper gebildet worden sind, unterliegt keinem Zweifel. Wie steht es aber mit der von Hueppe und seinen Schülern behaupteten Gifterzeugung im Ei und der Isolirung der Choleragifte? Wie verhält es sich mit dem Virulentwerden abgeschwächter Vibrionen beim Durchgange durchs Ei?

Wir wollen in diesem Abschnitte Dasjenige zusammenstellen, was wir bisher in dieser Richtung ermittelt haben, obwohl es nichts Abgeschlossenes ist.

Wir haben nach Hueppe's Vorgang zahlreiche Eier inficirt. Die Eier wurden sorgfältig gewaschen und gebürstet, dann für 1 bis mehrere Stunden in 1‰ Sublimat eingelegt. Die Sublimatlösung wurde dann entweder mit Alkohol und Aether weggewaschen oder an der Stelle, wo die Schale durchbohrt werden sollte, mit sterilisirtem Papier sorgfältig weggewischt. Mit sterilisirter Nadel wurde dann gewöhnlich am stumpfen Pole des Eies ein kleines Loch gebohrt, mit der Platinnadel die Vibrionen tief in's Ei eingebracht und das Loch sofort mit Siegellack verschlossen. Die Infectionen erfolgten mit den Sorten »Paris«, »Bouillon«, »Indien«, »Tonking« und »Berlin«. Alsbald nach der Infection wurden die Eier in passenden Gestellen, jedes für sich, frei aufgestellt, in den Brutofen mit 37 bis 38° Temperatur verbracht, und hier bis zur Verwendung durch 5 bis 30 Tage gehalten. Die Veränderungen in den Eiern waren stets dieselben, gleichgiltig, welche Sorte verimpft worden war. Nach wenigen Tagen begann sich die Eischaale schwärzlich zu verfärben, in Folge der Bildung von Schwefelquecksilber aus den Spuren von Sublimat, die auf der Schaale zurückgeblieben waren, und dem Schwefelwasserstoff, der aus dem Ei sich entwickelte. Es ist also nicht richtig, wenn Pfeiffer behauptet, dass die mit Choleravibrionen inficirten Eier keinen Schwefelwasserstoff freigeben. Allerdings roch der Eiinhalt beim Oeffnen des Eies nie danach, sondern hatte den eigenthümlich faden, an Sperma erinnernden Geruch, den Choleraculturen überhaupt besitzen. Oeffnete man das Ei, so fand man im Hohlraume desselben das Eihäutchen mit einer schmierigen, bald schmutzig grauen, bald mehr grünlich-braunen, meist aber rehbraunen Schichte überzogen, die häufig auch zum Theil die Innenseite der Eischaale überkleidete, und aus Reincultur der verimpften Vibrionen bestand. Der Eiinhalt zeigte das von Scholl angegebene Aussehen. Der Dotter war halbfest, von wechselnder, schmutzig-gelber bis grünschwarzer Färbung; das Eiweiss dünnflüssig, trüb, schmutzig verfärbt. Nach Scholl's

Vorgang verwendeten wir weiterhin nur das handlichere Eiweiss, das sich allerdings nicht immer genügend vom flüssigen Theile des Dotters scheiden liess.

Wir verfügen, einschliesslich der von dem Einen von uns allein angestellten Versuche, über Beobachtungen an 19 ungebrauchten Thieren, welche unmittelbar mit solchem Eiinhalte inficirt worden waren. Symptome und Verlauf der Erkrankung waren bei Eiern aller Sorten ungemein übereinstimmend und entsprachen dem, was der Eine von uns schon im vergangenen Jahre gesehen hatte.

Wurden 3 bis 5 ccm der Eimasse injicirt, so konnten wir sehen, wie insbesondere kleinere Thiere oder solche mit gefülltem Bauche und strammen Bauchdecken fast sofort collabirten. Das Thier fällt um, scheint, besonders in den Hinterbeinen, vollständig gelähmt. Athmung und Circulation können minutenlang zum Stillstande kommen, so dass einmal künstliche Respiration eingeleitet wurde. Derartige allarmirende Erscheinungen traten jedoch selbst bei grossen Dosen durchaus nicht immer ein. Meist zeigten die Thiere unmittelbar nach der Injection nur eine gewisse Parese der Hinterbeine. Bei kleineren Dosen (2 und 1 ccm und weniger) zeigen die Thiere zunächst gar keine Veränderung. In allen Fällen aber sahen wir zu unserem Erstaunen die ganzen schweren Störungen in wenigen Minuten wieder schwinden. Das Thier, das eben noch moribund schien, richtet sich wieder auf, zieht die Beine an, läuft wieder, und bleibt noch viele Stunden lang am Leben. Ja, wir sahen dieselben Erscheinungen bei einem immunisirten Thiere, das im Uebrigen ohne Erkrankung durchkam. Nach unserem Dafürhalten haben sie nichts mit specifischen Cholera-Giften zu thun. Es ist sehr wohl möglich, dass sie durch geringe Schwefelwasserstoffmengen in der Eimasse bewirkt werden Vielleicht sind sie aber auch nur als »Shok« aufzufassen. Ob diese Initialerscheinungen eingetreten sind oder nicht, sehr bald nach der Injection zeigen sich die Thiere krank. Sie sehen struppig aus, werden häufig von fibrillären Muskelzuckungen durchschauert, sind matt und schwach. Die Temperatur beginnt, sofort zu sinken manchmal schon in

der ersten halben Stunde bis auf 36° und 35,6°[1]). Der weitere Verlauf ist aber nicht so rapid, als man danach vermuthen sollte. Nicht selten sieht man die Temperatur vorübergehend wieder um 1° und darüber steigen. Der Tod der Thiere erfolgte 5½ bis 26 Stunden nach der Injection. Der Sections- und der bacteriologische Befund entsprechen vollkommen dem, was man bei Injection der Culturen oder der Exsudate sieht. Die folgende Tabelle gibt das Wichtigste über die einzelnen Versuche.

Nr. des Versuchsthieres	Grösse oder Gewicht desselben	Vibrio-Sorte	Dauer der Vegetation im Ei Tage	Grösse der Dosis in ccm absolut	Grösse der Dosis in ccm pro 1 kg	Tod nach Stunden	Verhalten des Thieres unmittelbar nach der Injection
Gr. 1	klein	Bouillon	11	4		5—17	Collaps
Gr. 2	mittelgross	Paris	16	1		14½	schwache Parese der Hinterbeine
Gr. 3	klein	Paris	16	5		5—17	geringe Collapserscheinungen
Gr. 8	gross	Bouillon	21	5		6	dto.
Gr. 9	klein	Bouillon	21	4		6	dto.
Gr. 15	mittelgr.	Bouillon	29	5		11—19	dto.
Gr. 21	mittelgr.	Bouillon	18	4		10—22	Collaps
Gr. 24	klein	Bouillon	18	5		26	geringe Parese
26	385 gr.	Indien	19	3	7,900	12	dto.
27	390 »	Indien	19	1	2,500	12	dto.
40	360 »	Indien	28	1 Tropfen	0,139	lebt	keine Krankheitserscheinungen (ausser Temperaturabfall bis 35,8° binnen ½ Std.)
41	370	Indien	29	0,2	0,540	lebt	keine Krankheitserscheinungen (ausser Temperaturabfall bis 36° binnen ½ Std.)
42	780	Paris	30	2,5	3,200	ca 18	keine Krankheitserscheinungen
55	270	Indien	17	0,5	1,900	10—20	dto.
58	240	Indien	17	2	7,400	10—20	geringer Collaps
83	710	Tonking	5	1	1,400	28	keine Krankheitserscheinungen
91	255	Tonking	9	1	3,900	10—20	geringe Parese
166	285	Berlin	7	1	3,500	8½	keine Krankheitserscheinungen
212	160	Berlin	16	3	18,700	5½	rasch vorübergehender schwacher Collaps

1) Nur in einem Falle, als 1 ccm vor 5 Tagen inficirter Eimasse injicirt wurde, blieb die Temperatur in den zwei ersten Stunden normal.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass alle Thiere der Infection, nicht der Intoxication durch das fertig eingebrachte Gift erlegen sind. Dass giftige Substanzen in der Eimasse vorhanden waren, geht zwar zweifellos daraus hervor, dass die Thiere viel früher sich krank zeigten und früher Temperaturerniedrigung aufwiesen als jene, die lediglich mit Vegetation inficirt wurden. Aber davon, dass die Giftmengen irgend bedeutend waren, konnten wir uns nicht überzeugen.

Man darf nicht übersehen, dass die injicirten Dosen im Verhältnisse zu den wirksamen Dosen der Vibrionen ganz enorm gross sind, dieselben mehrere tausend Mal übertreffen. Trotzdem gingen die Thiere nicht rascher zu Grunde, im Gegentheil oft langsamer. So tödteten in Stunden

	Indien	Tonking	Berlin
Agarcultur, 3—8 mg pro 1 kg	8—28	13—18	4¾—8½
Peritoneal-Exsudat, 0,41—5 ccm pro 1 kg	8—11½	6—13½	5—7¼
Eimasse, 1,4—18,7 ccm pro 1 kg	10—20	10—28	5½—8½

Besonders hervorheben möchten wir in dieser Richtung den Versuch mit Thier Nr. 212. Es erhielt die ungeheure Menge von 18,7 g pro kg Ei, welches 16 Tage vorher mit der höchst virulenten Sorte »Berlin« inficirt worden war und ging doch erst nach 5½ Stunden zu Grunde, also nicht früher als die Thiere, die nur 1 Öse Cultur erhalten hatten. Für die Dauer der Krankheit war es gleichgiltig, wie gross die injicirte Dosis war (Gr. 2 u. 3, 26 u. 27, 55 u. 58). Kleinere, aber immer noch relativ grosse Dosen (139 bezw. 540 cmm pro kg; Thiere Nr. 40 u. 41) waren nicht im Stande, die Thiere zu tödten.

Das könnte doch Alles nicht sein, wenn die fertigen Giftmengen irgend grössere gewesen wären. Dafür, dass dies nicht der Fall war, spricht auch der Intoxicationsversuch Nr. 167. 1 ccm Eiweiss eines vor 7 Tagen mit »Berlin« inficirten Eies tödtete Thier

Nr. 166 binnen 8½ Stunden (s. o.), 3 Stunden nach der Injection war die Eigenwärme bereits unter 32° gesunken. Dieses Eiweiss wurde nun im Wasserbade durch 15 Minuten auf 55° erwärmt und 1 ccm davon dem Thiere Nr. 167 injicirt. Das Thier blieb munter und gesund. Nach 3 Stunden betrug seine Temperatur 38,9° (früher wurde leider nicht gemessen), nach 4½ Stunden 39,5°. Wenn also nicht schon durch eine so kurz dauernde und geringe Erwärmung die Gifte zerstört werden, dann waren sie nur in sehr kleiner Menge vorhanden.

Immerhin glauben wir, dass es diesen kleinen Giftmengen zugeschrieben werden muss, wenn noch mit den 1 Monat alten Eiculturen wirksam inficirt werden konnte, wodurch sich diese wesentlich von Culturen auf und in anderen Substraten unterschieden. Wie wir schon früher dargelegt haben, nehmen wir an, dass die abgeschwächten Vibrionen durch die mitübertragenen schädlichen Stoffe bei ihrer Ansiedelung im Thierkörper unterstützt werden.

Eine andere höchst bemerkenswerthe Wirkung der Eicultur haben wir schon früher hervorgehoben; die Steigerung der Virulenz der Vibrionen-Raçe, die sowohl bei »Indien« als bei »Berlin« unzweifelhaft hervortrat. Von welchen Bedingungen waren diese wenn auch bescheidene Giftbildung und diese Virulenzsteigerung abhängig? Vom Wachsthum in nativem Eiweiss, von der Anaërobiose oder von Beiden?

Wir glauben, dass es eine Täuschung ist, wenn man meint, dass das Wachsthum der Vibrionen im Ei ein irgend ausgesprochen anaërobisches ist. Bekanntlich respirirt das Hühnchen durch die Eierschale hindurch recht ausgiebig, es geht also Sauerstoff genug in's Ei hinein. Ferner erfolgte aber die Hauptvermehrung der Vibrionen, wie wir schon geschildert haben, gar nicht im Inneren des Eiweisses oder des Dotters (die Exemplare, die wir hier fanden, sahen recht elend und verkommen aus), sondern im Hohlraume des Eies auf der Oberfläche des Dotters! Wenn auch, wie die menschliche Cholera und das Experiment am Meerschwein beweist, die Choleravibrionen der anaërobischen Existenz fähig sind, wenn bester Nährboden zur Verfügung

steht; Eiweiss und Eidotter ermöglichen ihnen eine solche Existenz bei wirklich vollständigem Sauerstoffabschluss nicht, wovon wir uns durch 6 übereinstimmende Versuche nach Gruber's Methode überzeugt haben. Eiweiss, Eidotter und Gemische von beiden blieben dann völlig steril.[1])

Durch Gegenversuche lässt sich aber weiter zeigen, dass die Anaërobiose für das Zustandekommen der beiden Vorgänge, wie wir sie sahen, ohne Bedeutung ist; diese allein von der Zusammensetzung des Nährbodens abhängig sind. Wir breiteten unter aseptischen Cautelen Eiweiss, Eidotter und Gemisch von beiden in Petridosen oder Erlenmeyer-Kölbchen in dünner, wenige Millimeter hoher Schichte aus und inficirten sie so mit den Vibrionen. Das Eiweiss für sich allein zeigte sich als ungeeigneter Nährboden. Dagegen gingen die Vibrionen auf dem Dotter und auf dem Gemische von Eigelb und Eiweiss an. Das Eigelb gerinnt dann ebenso wie im Ei und die Infectionen gelingen dann in derselben Weise. Wir wollen einige von diesen Versuchen ausführlich mittheilen.

1. Aus einer Gelatinestichcultur von nicht virulentem »Indien«, die sich bei Uebertragung auf Agar und Verimpfung der 24stündigen warmen Cultur in der Menge von 2,5 Ösen auf Thier Nr. 218 unwirksam erweist (Temperatur-Steigerung über 39°), wird Eidotter, der sich in etwa 4 mm hoher Schichte in einem Erlenmeyer-Kölbchen befindet, inficirt u. zw. an der Stelle, wo die Dotterhaut obenauf schwimmt. Nach 9 Tagen zeigt sich die Oberfläche in der Ausdehnung eines Thalers mit einer rehbraunen Zoogloea überzogen, welche aus Vibrionenreincultur besteht. Das Eigelb ist geronnen. — Es wird nun mit der Platinnadel vorsichtig ein Spürchen der Vegetation und zwar nur von der Oberfläche abgestreift und auf warmes Agar überimpft. Thier Nr. 207 erhält 1 Öse 20stündiger Cultur. Es antwortet mit Temperatursteigerung bis 40,2° und bleibt am Leben. Dagegen geht Thier Nr. 211, mit 2 Ösen 20stündiger Cultur inficirt, binnen 23 Stunden typisch zu Grunde. — 1 ccm des Eigelbes selbst wird mit 1 ccm Bouillon verrührt dem Thiere

1) Vergl. Petri, Arb. a. d. kais. Ges.-Amte 1890. 3. Heft.

Nr. 205 in die Bauchhöhle gespritzt. Nach 40 Minuten Mattigkeit, Temperatur 37,4°, nach 3 Stunden Thier schwer krank, Temperatur 36,6°, Tod nach 19 Stunden. Typischer Befund. — 2 ccm derselben Eimasse, durch ½ stündiges Erhitzen im Wasserbade auf 50 bis 55° sterilisirt, bewirken bei Thier Nr. 204 binnen 1 Stunde Temperaturabfall bis auf 37,0°, worauf wieder Steigerung folgt. Das Thier ist matt, schauert von Zeit zu Zeit zusammen, erholt sich aber nach einigen Stunden und ist nach 20 Stunden völlig gesund.

2. Ein Gemisch von Eiweiss und Eigelb in einem Doppelschälchen wird mit »Indien« aus einer alten Cultur der nichtvirulenten Raçe inficirt. Es entwickelt sich an der Oberfläche eine Decke von Vibrionen. Das Eiweiss gerinnt. Nach 5 Tagen wird ein Spürchen von der Oberfläche der Cultur auf Agar und nach 17 Stunden 1 Öse der Vegetation auf Thier Nr. 132 übertragen (6,5 mg pro 1 kg). Typischer Krankeitsverlauf. Tod binnen 10 bis 18 Stunden.

3. Aus derselben Cultur, die bei 2. zur Infection verwendet wurde, wird ein Gemisch von Eiweiss und Eigelb in einer Petridose dünn ausgebreitet, inficirt. Nach 12 Tagen wird etwas von der Vibrionen-Vegetation auf Agar überimpft und von der 17stündigen Cultur auf diesem Nährboden 2 Ösen voll (14,3 mg pro 1 kg) auf Thier Nr. 194 (420 g). Unter typischen Erscheinungen Tod nach 18 Stunden. — Nach der Abimpfung der Vibrionen wurde die Eimasse durch 20 Minuten langes Erhitzen auf 52 bis 55° sterilisirt und 2 ccm davon dem Thiere Nr. 175 injicirt. Das Thier zeigt sich sehr bald krank. Nach ½ Stunde bereits Temperatur unter 33°! Dann folgt Erholung. Nach 3 Stunden ist die Temperatur wieder auf 36,3°, nach 5 Stunden auf 37,2°, nach 10 Stunden auf 39,1° gestiegen. Am nächsten Tage ist das Thier gesund.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass es das Wachsthum auf dem besonders geeigneten Nährboden war, welches sowohl die Giftbildung, als die Virulenzsteigerung bewirkte. Anwesenheit oder Abwesenheit von Sauerstoff scheinen darauf keinen Einfluss zu

haben; wenigstens keinen so grossen, dass daraus die ungleiche Giftigkeit von Eiculturen und von aëroben Culturen auf den gewöhnlichen Nährböden erklärt werden könnte. Ueberschüssige Sauerstoffzufuhr z. B. durch beständiges Schütteln der Culturflüssigkeiten an der Luft wird voraussichtlich, wie bei den bekannten Versuchen von Hoppe-Seyler, einen bedeutenden chemischen Einfluss ausüben. Für unsere Versuchsbedingungen aber scheint es sogar (nach dem Versuche an Thier Nr. 175), als ob bei Sauerstoffzutritt mehr Gift entstanden wäre, als bei Sauerstoffabschluss. Einen so rapiden und starken Temperaturabfall haben wir wenigstens sonst bei den Eiversuchen nie beobachtet; selbst nicht, als wir »Berlin« zur Infection der Eier verwendet hatten. Selbstverständlich setzen wir die Versuche über Giftbildung fort. Hoffentlich gelingt es uns noch, aufzuklären, warum wir von denen Hueppe's und Scholl's so abweichende Ergebnisse erhalten haben.

Sehr auffällig und gewiss dem Leser schon aufgefallen, ist die geringe Giftigkeit der Exsudate der der Cholerainfection erlegenen Thiere. Kaum schwache Andeutungen sind dafür gegeben, dass solche auf den Gesammtorganismus wirkende Gifte mit den Vibrionen in den Exsudaten übertragen werden. Die Krankheitsdauer ist zwar etwas kürzer, als bei Verimpfung der Vegetationen allein, aber dies ist wohl aus der grösseren Infectionsdosis zu erklären. Wichtiger ist, dass die Incubationsdauer nur unwesentlich, oft gar nicht verkürzt erscheint. Man möchte erwarten, dass diese Krankheitsproducte hohe unmittelbare Giftigkeit haben. Und doch stehen sie in dieser Hinsicht sogar den Eiculturen nach!

Sterilisirtes Peritonealexsudat zeigte erstaunlich geringe Wirkung. 1/2 ccm Peritonealexsudat aus Thier Nr. 170 (»Berlin«) tödtete Thier Nr. 171 in 5 Stunden (s. o.). Ein Theil des Exsudates wurde nun durch 4 Minuten mit Chloroform geschüttelt, dann durch 1/2 Stunden offen hingestellt, um das gelöste Chloroform verdunsten zu lassen. Thier Nr. 172 erhielt 1 ccm davon. Nach 1 3/4 Stunden ist das Thier matt und unwohl, Temperatur 37,5 °, nach 3 Stunden zeigt es sich entschieden

krank, trotzdem aber eine Temperatur von 38,6°. Nach 6 Stunden ist es bereits völlig genesen. Temperatur 39,0°. — Ein anderer Theil des Exsudates wird durch 15 Minuten im Wasserbade auf 52° erwärmt (wobei geringe Gerinnselbildung erfolgt). 1 ccm davon dem Thiere Nr. 173 injicirt, macht es deutlich krank. Nach 1¾ Stunden 38,2°, nach 3 Stunden 37,7°, nach 7 Stunden 37,2°. Dann Erholung. Nach 23 Stunden 39,2°.

Wird in der That nur wenig Gift gebildet, oder findet auch im empfänglichen und unterliegenden Thiere eine ausgiebige Giftzerstörung statt? Wir wollen darüber experimentiren.

Die Versuche, die Choleragifte nach Scholl zu isoliren, haben bisher recht unbefriedigende Resultate ergeben, trotzdem es uns an rapiden Todesfällen nicht gefehlt hat. Es entspricht dies der geringen Giftigkeit unserer bisherigen Eiculturen. Angesichts der neuesten Mittheilung Scholl's (dies. Archiv 15. Bd. S. 172 u. ff.) wollen wir daher unser Urtheil noch nicht abschliessen.

1. Das Eiweiss von 12 Eiern (dieselbe Masse, welche zur Infection der Thiere Gr. 8 und 9 gedient hatte, s. o S. 292), wurde in's 10fache Volumen 96% Alkohol eingetropft. Der gesammte Niederschlag setzte sich zu Boden. Er blieb nun 18 Stunden in der Winterkälte unter dem Alkohol stehen, wurde dann mit der Saugpumpe abfiltrirt und wiederholt mit Alkohol gewaschen. Ein Theil des Niederschlages wird nun mit etwa dem gleichen Volumen Wasser ½ Stunde lang bei 35 bis 40° digerirt und die Flüssigkeit mit der Saugpumpe abfiltrirt. Das Thier Gr. 10 erhält 4 ccm dieser Lösung intraperitoneal. Nach ½ Minute vollständige Lähmung, Fehlen der Cornealreflexe, Athmung verlangsamt, steht minutenlang still. ¼ Stunde später wird die Athmung wieder schneller und kräftiger. Das Thier bleibt aber bewusstlos. Zuckungen der unteren Extremitäten, die immer häufiger werden und den Charakter von Laufbewegungen annehmen. ¾ Stunden nach der 1. wird eine 2. Injection von 4 ccm gemacht. Neuerdings sofort Athmungsstillstand, dann Krämpfe. 1½ Stunden nach der 2. Injection stirbt das Thier.

2. Das Eiweiss von 4 Eiern, die mit »Bouillon« inficirt waren (directer Infectionsversuch Gr. 15) wird ebenso, wie oben,

mit Alkohol gefällt. Die Fällung bleibt über Nacht in der Kälte stehen und wird dann durch 30 Minuten mit warmem Wasser extrahirt. Es werden ca. 40 ccm wässriges Extract erhalten. 8 ccm davon erhält das grosse Meerschwein Gr. 18 intraperitoneal. Nach 2 Minuten vollständige Lähmung. Tiefer Sopor, seltene Athmung. Nach 8 Minuten clonische Krämpfe der hinteren und vorderen Extremitäten, später auch der Kaumuskeln. Nach 35 Minuten hebt das Thier den Kopf und sucht sich aufzurichten! Nach 50 Minuten kann es sitzen, nach 2 Stunden, wenn auch unsicher, gehen. Am nächsten Morgen ist es gesund. — Das kleine Thier Gr. 20 erhält 5 ccm derselben Lösung. Nach 1 Minute Lähmung; nach 5 Minuten clonische Krämpfe der Vorder- und Hinterbeine, später auch der Rumpf- und Kaumuskeln; nach 1 Stunde Erholung; am nächsten Tage gesund!

3. Das Eiweiss von ca. 10, vor 19 Tagen mit »Bouillon« inficirten Eiern wird mit Alkohol gefällt, nach ca 48 Stunden Stehen in der Kälte die Fällung auf der Saugpumpe abfiltrirt, mit wenig Wasser bei 40° durch eine Stunde digerirt, dann der Brei auf der Pumpe abgesogen. 5 ccm des wässrigen Filtrates werden dem Thiere Gr. 26 in's Peritoneum injicirt. Nach 1½ Minuten vollständige Lähmung. Bis zum Abend, 5 Stunden lang, verharrt das Thier in tiefem Sopor. Am nächsten Morgen ist es aber am Leben, bei Bewusstsein, sitzt aufrecht und geht, wenn auch unter Schwanken und deutlicher Parese der Hinterbeine. Später verschlimmert sich der Zustand wieder. Das Thier liegt auf der Seite und hat clonische Krämpfe (Laufbewegungen). Tod nach 25 Stunden.

Da verglichen mit den Scholl'schen Resultaten die Wirkung noch immer gering erschien, wurde es mit einer noch concentrirteren Lösung versucht. Es wurde das Eiweiss von weiteren 10 Eiern derselben Herkunft mit Alkohol gefällt, nach Stehen über Nacht abfiltrirt und der Niederschlag mit dem wässrigen Extrakte der 1. Portion ausgelaugt. 5 ccm davon werden dem Thiere Gr. 27 beigebracht. Nach 1½ Minuten völlige Lähmung. Die Athmung wird immer langsamer und schwächer. Ohne Krämpfe stirbt das Thier nach 30 Minuten.

4. 12 Eier, vor 30 Tagen mit »Paris« inficirt, werden geöffnet; nach Sicherstellung der Reincultur das Eiweiss mit 96 % Alkohol unter Zusatz von absolutem gefällt, die Fällung nach 4 Stunden mit der Saugpumpe filtrirt, $^1/_3$ davon mit dem gleichen Volumen Wasser bei 40° durch 20 Minuten digerirt. Thier α 400 g, erhält 5 ccm in's Peritoneum. Nach 1$^1/_2$ Minuten fällt das Thier auf die Seite unter Zuckungen der Extremitäten. Nach 6 Minuten richtet es sich wieder auf, fällt wieder hin, bis es endlich nach $^1/_2$ Stunde wieder sitzen kann (Temperatur 37,3°). Am nächsten Tage ist es ganz gesund.

Thier β, 370 g, erhält 4 ccm derselben Lösung subcutan. Nach 30 Minuten sieht es matt aus, Temperatur 36,8°. Erholung.

Der Rest der Eiweissfällung ($^2/_3$) wird nun ebenfalls mit möglichst wenig Wasser extrahirt und 7 ccm des, wie oben erhaltenen Extractes dem Thiere ζ, 240 g, ins Peritoneum injicirt. Nach 3 Minuten fällt das Thier um und hat Zuckungen der hinteren Extremitäten, schwachen Cornealreflex. Nach 9 Minuten zeigt es 34,9° Temperatur und athmet sehr oberflächlich. Nach $^1/_2$ Stunde 32,8°. Tod nach 5$^1/_4$ Stunde, ohne dass Erholung eingetreten wäre. 10 ccm seröses Exsudat in der Bauchhöhle, ca. 4 ccm Exsudat in den Pleuralhöhlen.

5. Das Eiweiss eines Eies, das vor 17 Tagen mit »Indien Th. 27« inficirt worden ist, wird mit der 10fachen Menge Alkohol gefällt. Nach 2stündigem Stehen wird der Niederschlag mit Saugpumpe abfiltrirt und in gewohnter Weise mit wenig Wasser extrahirt. Die 3 ccm wässriges Extract werden dem Thiere η, 190 g, in's Peritoneum injicirt. Nach 2 Minuten ist das Thier gelähmt. Nach weiteren 8 Minuten ist es aber etwas erholt und versucht wiederholt sich aufzurichten. Nach $^1/_2$ Stunde liegt es wieder auf der Seite (Temperatur 34,8°) und hat Zuckungen in der ganzen Musculatur. Tod in der Nacht, frühestens 4 bis 5 Stunden nach der Injection. Sectionsbefund: Mässiges seröses Exsudat in der Bauchhöhle, ebenso in der Brusthöhle. Erweiterung der Blutgefässe. — Thier ϑ, 190 g, erhält ebenso 3 ccm wässriges Extract aus der Alkoholfällung eines Eies gleicher Herkunft, welche aber ohne Zuhilfenahme der Saugpumpe abfiltrirt

worden war. Nach ½ Minute ist das Thier vollständig gelähmt und bleibt so. Nach ¼ Stunde 35,4° Temperatur, schwacher Cornealreflex, sehr schwache und seltene Athemzüge. Tod in der Nacht, frühestens 4 bis 5 Stunden nach der Injection.

Ueberblicken wir die vorstehenden Versuche, so finden wir, dass bei allen Thieren sofort nach der Injection mit fast stets gleicher Heftigkeit höchst bedrohliche Erscheinungen auftreten, welche dem, was Scholl schildert, sehr ähnlich sind. Bei wiederholter Injection (1.) oder sehr concentrirter Lösung (3. Gr. 27) sehen wir auch in diesem Stadium verhältnissmässig rasch den Tod eintreten. Bei den meisten Thieren folgt aber bald mehr oder weniger vollkommene Erholung. Bei jenen, welche mit den Stoffen, die von den wenig virulenten Sorten »Paris« und »Bouillon« herrühren, vergiftet sind, geht die Erholung rasch in völlige Genesung über. Nur wenn Lösungen, welche die Stoffe aus vielen Eiern dieser Herkunft enthalten, injicirt werden, sterben die Thiere nach längerer Krankheit nach 5½ bis 25 Stunden (3. und 4. ζ). Ebenso sterben frühestens nach 5 Stunden die Thiere, welche mit Stoffen aus »Indien«-Eiern vergiftet wurden. Die Grenze der 1. Symptomengruppe kann dann verwischt sein (4. ζ und 5. ϑ).

Es musste in höchstem Masse auffallen: 1. dass diese wässerigen Extracte so plötzliche Wirkungen hatten, obwohl solche den Eimassen selbst, aus denen sie gewonnen waren, meist vollständig abgingen; 2. dass die Anfangserscheinungen stets gleich heftig waren, wie verschieden auch der weitere Verlauf war, ob binnen wenigen Stunden vollständige Genesung folgte, oder schwere Krankheit und Tod.

Dies führte uns zu Controlversuchen, welche Wirkung denn derartig zubereitete Extracte aus nicht inficirten Eiern haben? Wir haben solche mehrmals angestellt, immer mit dem gleichen Ergebnisse. Wir wollen nur ein Beispiel anführen. Das Eiweiss von 4 frischen Eiern wird durch eine ½ Stunde tüchtig geschlagen, dann unter Umrühren in 1 Liter 96% Alkohol eingetragen. Der Niederschlag wird nach halbstündigem Stehen mit Hilfe der Saugpumpe abfiltrirt und wiederholt mit 96% Alkohol gewaschen, dann durch Abpressen möglichst getrocknet.

Die Hälfte des Coagulums wird mit 35 ccm Wasser angerührt, 4 Stunden bei 8° stehen gelassen, dann das wässrige Extract mit der Saugpumpe abfiltrirt. Ein 250 g schweres Meerschwein erhält 5 ccm des klaren Extractes intraperitoneal. Nach 1½ Min. ist das Thier völlig gelähmt; nach 5 Minuten Fehlen des Cornealreflexes; nach 6 Minuten klonische Krämpfe, die immer heftiger werden und die ganze Musculatur ergreifen. Heftiger Trismus. Temperaturabfall binnen einer Stunde bis 36,8°. Allmähliche Erholung. Die Hinterbeine bleiben am längsten gelähmt. Paretische Erscheinungen noch nach 2 Stunden! — Ein zweites Thier von gleichem Gewichte erhält 6 ccm weniger Extract. Völlige Lähmung schon nach 1 Minute, dauert durch ca. 40 Minuten an. Nach 8 Minuten klonische Krämpfe wie beim anderen Thiere, durch mehr als 1 Stunde andauernd. Temperaturabfall auf 35,8°. — Die 2. Hälfte des Extractes wird mit 35 ccm Wasser ¾ Stunden lang bei 40° digerirt. Das auf der Saugpumpe erhaltene wässrige Extract wirkt nahezu ebenso, wie das kalte. Ebenfalls völlige Lähmung des Thieres binnen 3 Minuten. Krämpfe, Temperaturabfall. Schliesslich nach mehreren Stunden Erholung. — Diese Krankheitserscheinungen sind, wie wir uns überzeugten, nicht von der Injection der wenigen ccm Wasser und der Spuren Alkohol im Extracte abhängig, sondern: aus den ungebrauchten Eiern lassen sich bei dem eingeschlagenen Verfahren Extrate herstellen, welche ganz dieselben stürmischen Erscheinungen hervorrufen, wie die Extracte aus unsern inficirten Eiern. Diese scheinbar charakteristischen Initialerscheinungen haben nichts Specifisches an sich und auf die Thätigkeit der Choleravibrionen im Ei ist höchstens der weitere Krankheitsverlauf zu beziehen, der allerdings, wie oben angegeben worden ist, bei den Extracten aus inficirten Eiern häufig ein anderer ist als bei solchen aus frischen.

Immunisirung der Meerschweine gegen intraperitoneale Infection.

Bekanntlich hat Ferrán schon 1885 der Pariser Akademie mitgetheilt, dass es gelinge, Meerschweine durch subcutane In-

jection geringer Mengen von lebenden Vibrioculturen sowie durch solche sterilisirter Culturen zu immunisiren. Er vermochte jedoch nicht, diese Angaben zur Anerkennung der wissenschaftlichen Welt zu bringen; ebensowenig als die Wirksamkeit eines Schutzimpfungsverfahrens beim Menschen, das auf subcutaner und intermusculärer Injection von Bouillonculturen des Vibrio beruhte, anerkannt wurde. Im Jahre 1888 gab Gamaleïa an (Acad. de sciences 20. Aug.), dass man Meerschweine gegen subcutane Infection mit dem vibrionenhaltigen, höchst virulenten Blute der Cholera erlegener Tauben durch Vorimpfung mit gewöhnlichen, wenig virulenten lebenden Vibrioculturen sowie mit durch Erhitzen sterilisirten, hochgradig virulenten Vibrioculturen aus Tauben schützen könne.

Löwenthal (Compt. rend. 1888 t. CVII Nr. 27) gibt an, dass er Mäuse durch Vorimpfung mit Culturen von schwacher Virulenz und Toxicität gegen Infection mit Choleravibrioculturen geschützt habe, deren Virulenz durch Züchtung auf einem von ihm hergestellten Pancreasbrei hochgradig gesteigert worden war.

Gamaleïa änderte später sein Schutzimpfungsverfahren ab, indem er die Immunisirung durch fractionirte Injection von sterilisirter Vibriocultur in besonders hergestellter Kalbsfussbrühe bewirkte (Compt. rend. de la Soc. de Biol. 1889 Nr. 38).

Brieger, Kitasato und Wassermann (Zeitschr. f. Hyg. 12. Bd.) wendeten ihr eigenthümliches Abschwächungsverfahren auch auf den Choleravibrio an und geben an, dass sie 80% ihrer Versuchsthiere durch Anwendung von Thymusextractculturen, die durch ¼ Stunde auf 65° erwärmt worden waren, vor der Tödtung bewahren konnten.

L. Vincenzi (Deutsche med. Wochenschr. 5. Mai 1892) berichtet über Immunisirung von Meerschweinen durch filtrirte Culturen eines Vibrio, der von Cholerafällen aus Massaua herstammte, dessen Zugehörigkeit zur Koch'schen Art aber fraglich ist, da er sich bei Tauben wie der V. Metschnikoff verhalten soll. Die vorgeimpften Thiere blieben gesund, während die frischen Thiere der subcutanen Injection von 1 Tropfen Bouilloncultur erlagen. Das Blutserum der immunisirten Meerschweine

anderen Thieren injicirt, schützte nun auch diese vor der Cholera-Infection.

Diess waren die zum grossen Theile bestrittenen und bezweifelten Angaben über Schutzimpfung gegen Cholera, die zur Zeit unserer Versuche bekannt waren. Erst als wir dem Abschlusse unserer Versuche schon nahe waren, oder nach der vorläufigen Beendigung derselben sind die interessanten Veröffentlichungen von Haffkine (Semaine médicale 1892 p. 285, 293 und 311) von Gamaleïa (Semaine médicale 1892 Nr. 39) von Klemperer[1]) (Berl. klin. Wochenschr. 8. Aug. 1892, p. 789 u. ff.), und von Brieger und Wassermann (Deutsche med. Wochenschr. Nr. 31) erschienen.

Bei unseren eigenen Infectionsversuchen stiessen wir sehr bald auf die Thatsache, dass Meerschweine, welche die Infection mit unwirksamer oder wenig wirksamer Vibriocultur überlebt hatten, nunmehr in mehr oder minder vollkommener Weise gegen vollvirulenten Infectionsstoff geschützt waren. Wir haben dann, soweit es unsere Zeit erlaubte, besondere Versuche zur Erhärtung dieser Thatsache angestellt. Es kam uns dabei vorläufig nicht darauf an, ein Verfahren zu finden, durch welches die Immunität möglichst rasch und vollständig hergestellt wird, sondern darauf, die Thatsache der künstlichen Immunisirung an sich festzustellen, zu prüfen, inwieferne die Impfung mit der einen Sorte Schutz gegen die anderen gewährt, zu ermitteln, ob abgetödtete Culturen ebenso Schutz verleihen, wie lebende, ob die Schutzimpfung Schutz gegen Infection oder solchen gegen Intoxication oder Schutz gegen Beide darbiete?

Wir verfügen über 42 Probeinfectionen und 4 Prüfungen auf Giftfestigkeit an 30 Thieren, welche eine erste Infection oder Intoxication überlebt hatten. 14 von diesen 30 Thieren waren mit 1—5 Oesen junger Agarculturen der unwirksamen Generationen von »Paris«, »Bouillon« u. s. w., meist von »Indien« inficirt worden, 4 Thiere hatten die Infection mit je 1 Oese zu alt gewordener

[1]) Bei der ausgezeichneten Publication Klemperer's fällt nur auf, dass er von den Arbeiten Gamaleïa's, Löwenthal's, Vincenzi's und Ferrán's nichts zu wissen scheint.

Agarcultur wirksamer Generationen überstanden, 2 Thiere waren am Leben geblieben, weil sie zu geringe Dosen erhalten hatten (1 und 5 Tropfen Eicultur »Indien« und $^1/_4$ Oese »Tonking«). 3 Thiere hatten ohne Schaden $^1/_2$ bzw. 1 ccm Exsudat von an Cholera verendeten Meerschweinen erhalten. 2 Thiere waren mit (2 bzw. 10 Oesen) durch Thymol getödteter Cultur behandelt worden; 3 Thiere mit Cultur, die durch Chloroform getödtet war (2—6 Oesen). Bei einem Thiere war die Vergiftung mit getrockneter Cultur (10 Oesen) und bei einem mit auf 60° erwärmter Cultur (1 Oese) versucht worden.

Es würde sich nicht verlohnen, über jeden Versuch einzeln zu berichten, wir werden dies daher mehr summarisch thun und nur das Wichtigste hervorheben.

Immunisirung und Probeinfection mit derselben Vibriosorte. Alle 10 Thiere, welche mit »Indien« vorgeimpft waren und der Probeinfection mit »Indien« unterworfen wurden, blieben am Leben. 3 von den 10 Thieren wurden zweimal mit demselben Erfolge inficirt. Ebenso überstand 1 mit »Tonking« vorgeimpftes Thier die Infection mit dieser Raçe und 1 mit »Berlin« vorgeimpftes Thier die Infection mit »Berlin«. Die Mehrzahl ertrug die Probeinfection ohne wahrnehmbare Störung des Wohlbefindens. Einige zeigten vorübergehend geringe Mattigkeit. Die Temperatur blieb entweder völlig normal oder zeigte geringe Erniedrigung bis im Maximum auf 36,2°, um später meist über die Norm zu steigen. Nur 3 Thiere (2 mit je 1 ccm »Indien«-Ei, 1 mit 4 Oesen »Tonking« inficirt) erkrankten schwer unter Temperaturabfall auf 34,9, 36,1 und 33,7°.

Alle 12 hierhergehörigen Thiere erwiesen sich somit cholerafest, während sämmtliche Controlthiere in typischer Weise der Infection erlagen. Die Dosen, welche zur Probeinfection verwendet wurden, waren zum Theil sehr gross, 1 ccm 17- bzw. 29tägiger Eicultur und bis zu 12 Oesen junger Agarcultur = 70,6 mg pro kg. Der Bedeutung wegen, die dies auch für Choleraschutzimpfung beim Menschen haben dürfte, sei besonders hervorgehoben, dass die Vorimpfung mit abgetödteten Culturen ebenso schützend sich zeigte, wie

die Vorimpfung mit lebenden. Die Ersteren hatten keine nennenswerthen Erkrankungen der Versuchsthiere nach sich gezogen, während die Letzteren, z. B. die Infectionen mit älteren Culturen wirksamer Generationen, zum Theil schwere Erkrankungen bewirkt hatten. — Thier Nr. 48 hatte ohne Schaden die Injection von 10 Oesen durch Thymol getödteter Cultur »Indien« vertragen. Es überstand 21 Tage später ohne Störung des Befindens (Temperaturabfall bis 37,3°) die Infection mit 2 Oesen 22stündiger Agarcultur »Indien Thier Nr. 73«. — Thier Nr. 184 erhielt 6 Oesen Agarcultur »Berlin«, welche durch Chloroform getödtet war. Keine wahrnehmbare Erkrankung. Temperatursteigerung bis 39,7°. 3 Tage später wird es mit 1 Oese 20stündiger höchst virulenter Cultur »Berlin Thier Nr. 166« inficirt, ohne dass damit sein Befinden oder seine Temperatur verändert wurde. — Thier Nr. 47 hatte 2 Oesen derselben durch Thymol getödteter Cultur erhalten, mit welcher man Thier Nr. 48 zu vergiften gesucht hatte. Nach 3 Wochen erweist sich das Thier völlig immun gegen 12 Oesen = 70,6 mg pro kg 17stündiger Agarcultur von »Indien Thier Nr. 73«. — Nur Thier Nr. 107, welches 8 Tage vorher 2 Oesen durch Chloroform getödtete Agarcultur von »Tonking Thier Nr. 91« erhalten hatte, zeigte sich unvollkommen immunisirt, indem es nach Injection von 4 Oesen = 57,1 mg pro kg »Tonking Thier 122«, wie bereits oben erwähnt wurde, unter Temperaturabfall bis 33,7° schwer erkrankte[1]).

Die Frist zwischen der immunisirenden Impfung und der Probeinfection betrug bei diesen Versuchen 1 Tag bis zu 4 Wochen. Uebereinstimmend mit den neuesten Mittheilungen von Brieger, Kitasato, Wassermann, Gamaleïa und Klemperer fanden auch wir, dass die Immunisirung in überraschend kurzer Zeit erfolgte. Wir haben soeben den Versuch an Thier Nr. 184 mitgetheilt, das sich bereits nach 3 Tagen immunisirt erwies. — Sehr bemerkenswerth ist auch der Versuch an Thier Nr. 40 (360 g). Dieses Thier erhielt

[1]) Diese Versuche beweisen nebenbei bemerkt auch, dass für die Immunisirung der Meerschweine gegen den Choleravibrio das Thymusextract überflüssig ist. (Vgl. auch Klemperer a. a. O.).

1 Tropfen 17tägiges »Indien«-Ei intraperitoneal. Temperaturabfall auf 35,8° binnen der ersten Viertelstunde, dann wieder rasches Ansteigen. 5 Stunden später 2. Injection von 5 Tropfen Eicultur gleicher Herkunft. Temperaturabfall bis 36,3°. Tags darauf, 24 Stunden nach der 2. Injection, wird dem Thiere 1 ccm Eiweiss aus einem 3. Ei derselben Versuchsreihe in die Bauchhöhle injicirt, eine bei frischen Thieren absolut tödtliche Dosis. Das Thier erkrankte nun ziemlich schwer (Temperaturabfall bis 34,9°), erholte sich aber binnen 3—4 Stunden und war am nächsten Tage vollkommen gesund. Offenbar war das Thier bereits gegen die Infection, aber noch nicht gegen die Intoxication geschützt.

Immunisirung und Probeinfection mit verschiedenen Vibriosorten. 7 Thiere waren mit »Indien« vorgeimpft (4 davon je zweimal) und wurden 3 Tage bis 4 Wochen später mit »Tonking« geprüft, indem ihnen 2 bis 15 Oesen vollvirulenter, junger Agarcultur injicirt wurde (11,8 bis 88,2 mg pro kg). 5 von diesen Thieren überlebten die Probeinfection, zwei von ihnen nach ziemlich schwerer Erkrankung (Temperaturabfall bis 34,2 und 36,0°). 2 Thiere starben. — 10 Thiere, mit »Indien« (1 davon 3mal) vorgeimpft, wurden nach 3 Tagen bis 4 Wochen mit »Berlin« inficirt. Die Dosen Infectionsstoff waren ausserordentlich gross: 3 bis 30 Oesen 17—90stündiger, vollvirulenter Agarcultur = 33,0—123,3 mg pro kg. Nur 5 von diesen Thieren überlebten die Probe und zwar alle diese ohne Störung ihres Wohlbefindens. 5 Thiere starben. — 2 Thiere erwiesen sich nach 6 bis 8 Tagen durch »Tonking« gegen »Indien« geschützt. — Von 2 mit Tonking vorgeimpften Thieren, die mit »Berlin« geprüft wurden (nach 7 und 9 Tagen) erwies sich nur eines als immun. Dieses Thier Nr. 155 (150 g) war mit 1 Oese junger Agarcultur »Tonking Thier Nr. 91«, die 20 Min. lang bei 60° sterilisirt worden war, vorgeimpft und ertrug 9 Tage später 2 Oesen 20stündiger Agarcultur der höchst virulenten Generation »Berlin Thier Nr. 126« = 40 mg pro kg ohne jede Störung! — Ein Thier, vor 22 Tagen mit ¼ ccm Periton. Exs. von Gr. 2 (»Paris«) inficirt, erlag der Injection von 5 ccm

21 tägiger Eicultur der Sorte »Bouillon«. — Von 5 Thieren, die zuerst mit »Indien« (davon eines zweimal) dann mit »Berlin« vorgeimpft waren, widerstanden 4 der Injection von je $1/2$ ccm Peritonealexsudat von Thier Nr. 182 (»Berlin«), während das 5. dieser Injection erlag. 2 von den überlebenden 4 Thieren zeigten überhaupt keine Gesundheitsstörung, während eines, unter Temperaturabfall bis 34,1°, schwer erkrankt war; das 4. bei einem Temperaturfall bis 35,6° durch einige Stunden Mattigkeit zeigte. Zwischen der letzten Vorimpfung und der Probeinjection lagen 3 bis 7 Tage. Auch hier fand sich bei den meisten Thieren, deren Wohlbefinden nicht wahrnehmbar gestört war, vorübergehende Temperatursteigerung über die Norm, bis zu 39,7°, entweder ohne oder mit vorausgehender geringer Temperaturerniedrigung. Bei 6 von den 42 Versuchen wurde keine Abweichung der Temperatur von der Norm beobachtet, doch war nicht immer Zeit zu regelmässigen Messungen gewesen, so dass kürzer dauernde Abweichungen von der Norm übersehen worden sein können.

Wie sich aus Vorstehendem ergibt, sind bei den 27 Probeimpfungen mit anderen als den zur Vorimpfung verwendeten Vibriosorten 13 Thiere schwer erkrankt und 10 Thiere der Infection erlegen[1]).

Die Immunität gegen eine andere Vibriosorte war demnach eine viel unvollkommenere, als die gegen jene Art, mit der vorgeimpft worden war. Trotz sehr vollkommenen Schutzes gegen diese Art konnte ein Thier der Infection mit einer anderen Sorte erliegen. So erlag Thier Nr. 109 8 Oesen »Tonking«, nachdem es 8 Oesen »Indien« ohne Störung vertragen hatte. Thier Nr. 143 war mit 10 Oesen thymolirter Indiencultur, dann mit 2, und später mit 8 Oesen lebender Indiencultur vorgeimpft und erlag doch der Infection mit »Berlin«, allerdings in der grossen Dosis von 30 Oesen.

Es empfiehlt sich übrigens, diese 10 Fälle etwas näher zu betrachten, ob sich auch bei ihnen Zeichen eines, wenn auch

1) Selbstverständlich wurde auch bei diesen Versuchen stets die Wirksamkeit des Infectionsstoffes an frischen Controlthieren festgestellt.

unvollkommenen Impfschutzes verrathen. Wir stellen die wichtigsten Daten in einer Tabelle (s. S. 310 und 311) zusammen.

Wie sich aus dieser Zusammenstellung ergibt, ist nur bei zwei Thieren (Nr. 157 und 159), welche vor längerer Zeit vorgeimpft worden waren, kein Zeichen von Immunität zu erkennen. Bei den anderen 8 Thieren tritt sie unverkennbar hervor, in der oft bedeutenden Verlängerung der Krankheitsdauer (6 Fälle), in der eitrigen Beschaffenheit des Peritonealexsudates und in der Phagoajtose (7 Fälle, im 8. keine Angabe im Protocolle), endlich in dem bemerkenswerthen Umstande, dass trotz dem Tode der inficirten Thiere die Vibrionen keineswegs gut gediehen, sondern beim Tode des Thieres entweder schon zu Grunde gegangen (4, vielleicht 5 Fälle) oder dem Untergange nahe waren (3 oder 4 Fälle). Der eigenthümliche protrahirte Verlauf der Krankheit, der Tod der Thiere und der Untergang der Vibrionen sind wohl so zu erklären, dass in diesen unvollkommen immunisirten Thieren durch einige Zeit eine, wenn auch beschränkte Lebensthätigkeit und wohl auch Vermehrung der Vibrionen und damit Giftproduction stattfindet, dass später der ziemlich infectionsfeste Organismus zwar die Oberhand über die Parasiten erhält, aber entweder infolge geringerer Giftfestigkeit den inzwischen erzeugten Giften oder der heftigen, eitrigen Peritonitis erliegt.

Unsere, allerdings spärlichen Versuche lehren indess, dass die Thiere, welche bereits eine Infection oder Intoxication überstanden, meist auch eine gewisse Giftfestigkeit erlangt haben. — Bei einem Thiere war allerdings davon nichts zu erkennen. Thier Nr. 168 (455 g.), zuerst mit »Indien«, dann mit »Berlin« inficirt, bekam 4 Tage nach der letzten Vorimpfung 1 ccm Eiweiss aus einer 7tägigen Eicultur »Berlin« injicirt, welches durch 15 Minuten langes Erwärmen auf 52—55° sterilisirt war. Es erkrankte stärker als das frische, ganz gleich behandelte Thier Nr. 167. Dieses blieb munter und zeigte nur eine Temperatursteigerung bis 39,5°, während jenes matt wurde, zeitweise fibrilläre Zuckungen bekam und erst nach einem Temperaturabfalle bis 36,5° eine Steigerung bis 39,4° aufwies. — Dagegen zeigten sich 3 andere vorbehandelte Thiere, welche

Nr. des Thieres im Infections-Protokolle	Gewicht des Thieres in g	Art der Vorimpfung	Zeit seit der letzten Vorimpfung in Tagen	Probe Infectionsstoff	Dosis des Infectionsstoffes ab-solut	Dosis des Infectionsstoffes pro 1 kg	Tod nach wie vielen Stunden?	Bemerkungen	Parallelversuche an immunisirten Thieren
						mg			
109 (97) (77)	690	1 Oese 3 Tage alter Gelatine-Stichcultur, dann 8 Oesen 22st. Agarcultur »Indien Th. 73«	3	»Tonking« Th. 91 17stündige Agarcultur	5 Ösen	34,7	34—43	In den ersten 24 Stunden etwas matt, Temp. normal. Tod in der Nacht. Wenige Tropfen Peritoneal-Exsudat, 20 ccm (!) Pleural-Exsudat. Vibrionen nirgends nachweisbar, weder mikroskopisch noch culturell.	Die mit 5 u. 15 Oesen der gleichen Cultur inficirten Th. 108 u. 110 überleben.
135 (106)	390	6 Oesen durch Chloroform getödteter junger Agarcultur »Tonking Th. 91«	7	»Berlin« 17stündige Agarcultur	10 Oesen	76,9	12—22	Nach 5 Stunden schwer krank; 33,7°. 2 ccm Periton.-Exsudat, eitrig. 1 ccm Pleural-Exsudat. Vibrionen nirgends nachweisbar, weder mikroskopisch noch culturell.	Die mit derselben Cultur, aber kleineren Dosen (33,0, 50,7 und 67,4 mg pro 1 kg) inficirten Thiere Nr. 136, 138 u. 139 überleben.
137 (123)	730	10 Oesen bei 37° getrockneter junger Agarcultur »Indien Th. 99«	3	dto.	30 Oesen	123,3	12—22	Nach 5 Stunden schwer krank; 36,7°. Viele ccm Periton.-Exs., eitrig. ½ ccm Pleural-Exsudat. Dieses ist steril, während im Periton.-Exs. nur degenerirte Formen zu finden sind, die erst in der Plattencultur sicher als Vibrionen erkannt werden.	
140	545	Unwirksame Generation »Indien«	ca. 30	dto.	15 Oesen	82,5	12—22	Nach 5 Stunden schwer krank; 33,7°. Reichlich eitriges Periton.-Exsudat, 1 ccm Pleural-Exs. Mikroskopisch Vibrionen nicht sicher erkennbar, culturell im Periton.-Exs. spärlich nachweisbar.	

143 (48) (85) (94)	770	10 Oesen thymolirtes »Indien«, dann 2 Oesen »Indien Th. 73«, endlich 8 Oesen »Indien Th. 73«	9	dto.	30 Oesen	117,0	29	Nach 5 Stunden krank; 34,6°. 10—15 ccm eitriges Periton.-Exsudat. Weder mikroskopisch noch culturell ist der Vibrio irgendwo nachzuweisen.	
151	425	Unwirksame Generation »Indien«	ca. 30	»Tonking« Th. 122 20stündige Agarcultur	10 Oesen	70,6	9—16	Nach 2½ Stunden schwer krank; 34,2°. 5—6 ccm eitriges Periton.-Exsudat, einige Tropfen eitriges Pleural Exs. Vibrionen nirgends, weder mikroskopisch noch culturell, nachweisbar.	Die mit 2—8 Oesen derselben Cultur inficirten Th.147—150 incl. überleben.
157	235	dto.	ca. 30	»Berlin« Th. 126 20stündige Agarcultur	4 Oesen	51,0	4½	Typischer Befund. Vibrionen in Peritoneal-, Pleural-Exsudat und Blut mikroskopisch und culturell nachweisbar.	Die mit 2, 3 u. 5 Oesen derselben Cultur inficirten Thiere Nr. 155, 156 und 158 überleben.
159	370	dto.	ca. 30	dto.	6 Oesen	48,6	6	Typischer Befund Vibrionen im Perit.-Exsudate reichlich, im Pleural-Exsudate spärlich vorhanden.	
189 (136) (125)	890	1 Oese 10tägige kalte Agarcultur »Indien 73«, dann 20 Oesen 17täg. Agarcultur »Berlin«	7	Periton.-Exsudat Th. 182 »Berlin«	½ ccm	0,562 ccm	20	Zuerst Steigerung der Temperatur bis 40°, erst nach 5 Stunden 35,8°. Wenige Tropfen eitriges Periton.-Exsudat, 12 ccm Pleural-Exsudat. Mikroskopischer Nachweis der Vibrionen unsicher, auf den Platten höchst dürftige Entwickelung.	Die mit demselben Exsudate inficirten Thiere Nr. 186, 187, 188 und 190 überleben.
Gr. 8	gross	¼ ccm Pleural-Exsudat von Gr. 2 (»Paris«)	22	21tägige Eicultur von »Bouillon«	5 ccm	—	6	Im spärlichen eitrigen Peritoneal-Exsudate sind mikroskopisch Vibrionen nicht nachweisbar, sondern nur Kügelchen und andere Gebilde, welche wohl als Degenerationsformen der Ersteren aufzufassen sind. Auch sonst sind nirgends im Cadaver Vibrionen mikroskopisch zu finden.	

sterilisirte Culturmassen injicirt erhielten, viel schwächer ergriffen, als die ungebrauchten Controlthiere. — Thier Nr. 174, bereits 3mal, zuletzt mit »Berlin« vor 4 Tagen vorgeimpft, erhält 1 ccm, bei 52° sterilisirtes Peritonealexsudat von Thier Nr. 170 (»Berlin«). Es bleibt ganz munter und reagirt mit Temperatursteigerung bis 40,3°, während das frische Thier Nr. 173 krank wird und einen, wenn auch nur geringen Temperaturabfall bis 37,2° zeigt. — Thier Nr. 185, zuletzt vor 4 Tagen mit »Berlin« vorgeimpft, wird mit 2 ccm aërober, bei 52° sterilisirter Eicultur »Indien« injicirt. Es bleibt munter und weist nur geringe Temperaturerniedrigung bis 37,0° auf, während das Controlthier Nr. 175, wie schon früher berichtet worden ist, nach der gleichen Injection schwer erkrankt mit Temperaturabfall unter 33°. — Endlich Thier Nr. 203, welches vor 6 Tagen mit Peritonealexsudat von Thier Nr. 169 (8. Reihe VII.) vergeblich inficirt worden war, antwortet auf Injection von 2 ccm bei 52° sterilisirter aërober Eicultur »Indien« mit Temperaturabfall auf 37,5° und darauf folgender Steigerung auf 39,8°, bleibt aber im Uebrigen munter, während das frische Thier 204 nach der gleichen Injection matt und struppig wird, von Schauern befallen wird und auch eine stärkere Temperaturerniedrigung (bis 37°, soweit gemessen wurde) zeigt.

Die hier mitgetheilten Thatsachen über Immunisirung der Meerschweine haben eine grosse allgemeine Bedeutung. So unbefriedigend auch die Ergebnisse der Versuche bezüglich der Vollkommenheit des Impfschutzes sind, so scheinen sie doch neuerdings zu lehren, dass die immunisirenden Stoffe von den Giftstoffen der Bacterien verschieden sind. Die Vorimpfung mit den lebenden, der Virulenz gänzlich oder fast vollständig beraubten Culturen und jene mit den abgetödteten, ganz ungiftigen Bacterienmassen, welche oft gar keine Gesundheitsstörung der Meerschweine bewirkten, schützten diese ebenso, wie das Ueberstehen einer Choleraerkrankung.

Das höchst bedeutsame Immunisirungsverfahren von Behring (Siehe z. B. Behring, Die Blutserumtherapie. Leipzig. Thieme 1892), bei welchem zur Immunisirung schliesslich vollvirulente

und vollgiftige Culturen verwendet werden, scheint uns die vorstehende Behauptung noch nicht zu widerlegen, da es doch noch fraglich ist, ob es gerade die Gifte in diesen Culturen sind, welche die ausserordentliche Höhe der Immunität herbeiführen.

Höchst merkwürdig wird es ferner Jeder finden, wie geringe Mengen Bacterienmasse hinreichend waren, um oft eine sehr hochgradige und langedauernde Immunität hervorzurufen. Etwa ein Drittel der zu den Probeinfectionen verwendeten Thiere war nur mit 1 Oese = ca. 3 mg frischer oder (bei einem Wassergehalte von ca. 90%) etwa 0,3 mg trockener Bacterienmasse vorgeimpft und zeigte sich trotzdem häufig selbst gegen eine andere Vibriosorte immun. Von der Vegetationsmasse für sich genügen somit viel geringere Mengen zur Immunisirung, als von ganzen Culturen (vgl. Klemperer, Brieger und Wassermann a. a. O.).

Wir beabsichtigen, auch die Immunisirungsversuche, insbesondere mit sterilisirten Culturen und unter Anwendung anderer Infectionsmodi, fortzusetzen.

Ueber den Wärmeverlust des bekleideten Fusses durch Contakt mit dem Boden.

Von

Dr. Fr. Nothwang.

Assistenten am hygienischen Institute zu Berlin.

Die Versuche Rumpel's, die derselbe unter Rubner's Leitung im hygienischen Institute zu Marburg anstellte,[1]) beweisen mit grosser Evidenz, dass unsere Kleidung nicht, wie Geigel annahm, nur dazu dient, uns eine behagliche und angenehme Hauttemperatur zu verschaffen, sondern dass dieselbe vielmehr im Stande ist, die Wärmeabgabe des menschlichen Organismus nach aussen sehr bedeutend herabzusetzen. »Die Kleidung ist ein wesentliches Hülfsmittel der Wärmeregulation und steht nicht nur im Dienste des Behaglichkeitsgefühls der Haut.«

Rumpel's Untersuchungen erstrecken sich aber nur auf die Wärmeabgabe des menschlichen Arms bei verschiedener Bekleidung, während über die Bedeutung unserer Fussbekleidung in dieser Hinsicht eine experimentelle Prüfung bis jetzt nicht erhoben wurde. Gerade die Frage einer rationellen Fussbekleidung jedoch spielt in Aerzte- wie in Laienkreisen eine grosse Rolle. Wohl jeder weiss aus Erfahrung den Werth eines guten Schuhwerks genügend zu schätzen. Häufig werden schlecht beschaffene Schuhe und besonders Durchnässungen derselben als Ursachen für mancherlei Erkrankungen genannt.

Aus obigen Gründen stellte ich verschiedene Versuche an, um durch sie festzustellen, ob und wieweit unsere gewöhnliche

1) Archiv für Hygiene. Bd. IX, 1889, S. 51–97.

Fussbekleidung, also Stiefel und Strümpfe, im Stande ist, die Wärmeabgabe vom Fuss nach aussen herabzusetzen.

Ehe ich dazu übergehe, diese Versuche und die Art ihrer Ausführung selbst zu beschreiben, will ich die wärmemessenden Apparate, die ich gelegentlich dieser Studien verwendete, kurz beschreiben.

Beschreibung des Fusscalorimeters.

Zu seinen Untersuchungen hatte Rumpel die bekannten Rubner'schen Armcalorimeter, verbunden mit Spirometern[1]) verwendet. Diese für den Arm ganz brauchbaren Instrumente konnten wir für unsere Zwecke aus leicht begreiflichen Gründen nicht benutzen. Deshalb liess ich mir aus Messingblech zwei Kästen anfertigen mit einer aus starkem Kupferblech gearbeiteten Kopfplatte. Die Kästen waren 28 cm lang, 18 cm breit und 7 cm hoch mit einem Kubikinhalt von 3,528 l. An der einen Schmalseite dieser Kästen waren Ansatzstücke angebracht, von denen aus Schläuche zu den oben erwähnten, auch von Rumpel verwendeten Volumetern führten.

Diese beiden Kästen, oder, wie wir sie besser nennen wollen, Fusscalorimeter, ruhen derart in einem hölzernen Gestell, dass sie mit ihrer ganzen Tiefe in dasselbe versenkt sind und nur mit der kupfernen, etwa 2 cm ringsum überstehenden Platte aufliegen. In der Mitte des Holzgestells trennen 2, durch einen 4 cm breiten Luftraum geschiedene Holzleisten die Längsseiten der Calorimeter von einander. Es hat also jedes Calorimeter einen abgeschlossenen Holzmantel für sich. Diese Apparate wurden selbstverständlich auf ihre absolute Dichtigkeit sorgfältigst geprüft.

Noch einige Worte muss ich hier anfügen über die Volumeter. Dieselben mussten viel empfindlicher gemacht werden, als diejenigen bei den Armcalorimetern, da die wärmeabgebende Fläche bei unseren Versuchen eine viel geringere war. Die Volumeterglocken wurden deshalb aus ganz feinem Kupferblech angefertigt. Auf diese Weise und dadurch, dass wir den Durchmesser der Glocken nur halb so gross nahmen, wie bei den Spirometern

1) Zeitschrift für Biologie. Bd. 25.

Rumpel's, erzielten wir eine so grosse Empfindlichkeit der Instrumente, dass, wenn wir z. B. die Hand auf die Kupferplatte eines Fusscalorimeters legten, das betreffende Volumeter innerhalb weniger Minuten einen deutlichen Ausschlag erkennen liess.

Die Versuchsanordnung.

Bei meinen Versuchen nun, die mit den eben beschriebenen Apparaten vorgenommen wurden, verfuhr ich in folgender Weise:

Auf das eine Calorimeter, d. h. auf die Kupferplatte setzte ich den einen Fuss nackt und auf das andere Calorimeter den andern Fuss, bekleidet in irgend einer Weise. Vor Beginn des Versuchs wurde der Stand der Volummeterzeiger abgelesen. Ein im Zimmer, in nächster Nähe des Apparates aufgehängtes Thermometer gab uns den Gang der Lufttemperatur im Zimmer während der Zeit an. Die Füsse wurden so lange auf den Calorimetern belassen, bis bei beiden Volumetern ein Gleichgewichtszustand erreicht war, der in der Regel innerhalb 20 Minuten eintrat. Jetzt las ich den Stand der Volumeter ab. Um den Einfluss eines ungleichen Baues der Apparate ganz auszuschliessen, habe ich daran festgehalten, dass die Versuchsanordnung von einem Versuch zum andern gewechselt wurde, d. h., dass bei Vergleich der Wärmeabgabe des Fusses im nackten und bekleideten Zustande einmal der rechte Fuss nackt und der linke bekleidet blieb, bei Wiederholung aber der linke Fuss nackt und der rechte bekleidet.

Symmetrie der Wärmeabgabe.

Zunächst prüfte ich, ob die Annahme einer gleichmässigen Wärmeabgabe von beiden Füssen berechtigt sei. Schon Rumpel hat bei einer grossen Anzahl von Versuchen am Arm diese Gleichmässigkeit der Wärmebildung nachweisen können.

Er erhielt z. B.

	Rechter Arm	Linker Arm
	387	382
	451	459
	523	530
im Mittel	454	457

Auch bei noch nicht veröffentlichten anderen Versuchen mit dem Calorimeter hat Dr. Cramer eine so gleichmässige Wärmeabgabe gefunden, dass wir geradezu zur Prüfung der regelmässigen Function des Apparats Vorversuche mit den nackten Armen ausführten.

Auch meine diesbezüglichen Versuche lassen den Schluss einer symmetrischen Wärmeabgabe von den Füssen eines normalen Menschen zu. Ich habe folgende Zahlen erhalten:

	Linker Fuss	Rechter Fuss
	47	50
	39	40
	85	86
	67	67
	39	40
im Mittel	55,4	56,6

Es scheint ein geringes Uebergewicht der Wärmeabgabe zu Gunsten des rechten Fusses vorhanden zu sein, ein Umstand, auf den ich später noch näher zurückkommen will.

Die Strumpfbekleidung.

Die erste Reihe von Versuchen sollte uns darüber Aufschluss geben, inwieweit die Strümpfe, die wir für gewöhnlich zu tragen pflegen, im Stande seien, unsere Wärmeabgabe nach aussen zu beeinflussen. Als Repräsentanten derselben wählte ich Strümpfe von Seide, Baumwolle und Wolle, um zugleich auch zu constatiren, ob vielleicht das eine oder andere Material specifisch verschieden wirken würde.

Die Resultate dieser Versuche erhellen aus folgenden Tabellen.

Bezüglich der Zahlen für die Volummeterausschläge muss ich bemerken, dass dieselben corrigirte Werthe sind. Eine Correction ist insofern nothwendig, als die Zimmertemperatur während der Versuche fast immer um einige Zehntelgrade schwankte. Aus Beobachtungen, die ich zu verschiedenen Malen machte, ergab sich, dass für einen Grad Temperaturzuwachs im Zimmer das eine Spirometer einen Ausschlag von 20°, das andere einen solchen von 24° aufwies.

Steigt also oder fällt die Temperatur während eines Versuchs, so müssen dementsprechend die Volumeterangaben entweder erniedrigt oder erhöht werden.

Die Schwankungen des Barometerdrucks bedingen bei der kurzen Versuchsdauer keinen Fehler und können deshalb unberücksichtigt bleiben.

Versuche mit Seidenstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
1 h 31′ — 1 h 50′	19,4	19,8	27	15	12
11 h 22′ — 11 h 43′	19,3	19,8	79	50	29
3 h 16′ — 3 h 34′	20,7	21,0	82	60	22

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
9 h 47′ — 10 h 07′	17,8	18,4	79	51	28
1 h 07′ — 1 h 31′	20,2	20,8	74	47	27
4 h 52′ — 5 h 13′	21,0	21,2	75	53	22

Versuche mit Baumwollstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
10 h 03′ — 10 h 23′	20,3	21,0	102	66	36
12 h 39′ — 12 h 59′	23,7	23,6	89	65	24
3 h 11′ — 3 h 32′	22,4	22,5	87	71	16

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
11 h 23′ — 11 h 40′	23,0	23,5	109	59	50
1 h 40′ — 2 h 00′	23,4	23,4	57	41	16
12 h 21′ — 12 h 39′	23,8	24,0	93	76	17

Versuche mit Wollstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
10h 03′ — 10h 20′	18,0	18,8	107	61	46
12h 28′ — 12h 48′	22,0	22,0	113	65	48
3h 32′ — 3h 50′	21,6	21,6	100	54	46

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
11h 17′ — 11h 37′	20,8	21,2	84	41	43
1h 43′ — 2h 01′	22,8	22,4	115	59	56
1h 48′ — 2h 00′	23,7	23,9	100	42	58

Versuche mit doppeltem Seidenstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
10h 56′ — 11h 16′	18,2	18,3	78	40	38
1h 15′ — 1h 34′	18,0	18,1	61	34	27
4h 30′ — 4h 49′	17,1	17,1	62	39	23

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
9h 46′ — 10h 06′	17,5	17,8	73	27	46
11h 52′ — 12h 10′	18,2	18,5	41	19	22
3h 22′ — 3h 41′	17,3	17,4	67	43	22

Unsere Versuchsresultate lassen mit grosser Deutlichkeit erkennen, dass ein Fuss, der mit einem Strumpf, aus was für einem Material auch immer, bekleidet ist, wesentlich weniger Wärme abgibt, als ein solcher, der nackt ist.

Um in diese Ergebnisse einen besseren Einblick zu gewinnen und zugleich auch einen Vergleich zwischen den einzelnen

Strumpfsorten anstellen zu können, habe ich die für den nackten Fuss gewonnenen Werthe gleich 100 gesetzt und dementsprechend die für den bekleideten abgeleitet.

Daraus ergaben sich folgende relative Zahlen:

Versuche mit Seidenstrumpf.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Seide)		im Mittel
19,6° C.	1 h 31′ — 1 h 50′	100	56		
19,6° C.	11 h 22′ — 11 h 43′	100	63	100:64	
20,9° C.	3 h 16′ — 3 h 34′	100	73		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Seide)		65,5
18,2° C.	9 h 47′ — 10 h 07′	100	65		
20,5° C.	1 h 07′ — 1 h 31′	100	64	100:66,6	
21,1° C.	4 h 52′ — 5 h 13′	100	71		

Versuche mit Baumwollestrumpf.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Baumwolle)		im Mittel
20,7° C.	10 h 03′ — 10 h 23′	100	65		
23,6° C.	12 h 39′ — 12 h 59′	100	73	100:73,0	
22,5° C.	3 h 11′ — 3 h 32′	100	81		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Baumwolle)		71,2
23,3° C.	11 h 23′ — 11 h 40′	100	54		
23,4° C.	1 h 40′ — 2 h 00′	100	72	100:69,3	
23,9° C.	12 h 21′ — 12 h 34′	100	82		

Versuche mit Wolle.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Wolle)		im Mittel
18,4° C.	10 h 03′ — 10 h 20′	100	57		
22,0° C.	12 h 25′ — 12 h 40′	100	58	100:56,3	
21,6° C.	3 h 32′ — 3 h 50′	100	54		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Wolle)		50,8
20,9° C.	11 h 17′ — 11 h 37′	100	49		
22,6° C.	1 h 43′ — 2 h 01′	100	45	100:45,3	
23,8° C.	1 h 48′ — 2 h 00′	100	42		

Versuch mit doppeltem Seidenstrumpf.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Seide)		im Mittel
18,3° C.	10 h 56' — 11 h 16'	100	51	100:56,7	52,8
18,1° C.	1 h 15' — 1 h 34'	100	56		
17,1° C.	4 h 30' — 4 h 49'	100	63		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Seide)		
17,7° C.	9 h 46' — 10 h 06'	100	37	100:49	
18,4° C.	11 h 52' — 12 h 10'	100	46		
17,4° C.	3 h 22' — 3 h 41'	100	64		

Mittelwerthe über die Wärmeabgabe.

(Nackter Fuss = 100.)

		Abfall des Wärmeverlustes um x %.
Seidenstrumpf	65,5	34,5
Baumwollestrumpf	71,2	28,8
Wollstrumpf	50,8	49,2
Doppelter Seidenstrumpf	52,8	47,2

Es zeigt sich also, dass der Wollstrumpf am meisten, der Seidenstrumpf weniger und am schlechtesten der Baumwollstrumpf wärmesparend wirkte. So verhält es sich, wenn wir die üblichen Fussbekleidungen im täglichen Leben verwenden.

Es wäre nun aber irrig, aus obigen Zahlen den Schluss ziehen zu sollen, als ob die Wolle im Stande sei, überhaupt besser die Wärme zurückzuhalten als Seide und Baumwolle, gleichsam als käme ihr eine specifische Wirkung zu.

Dieser Unterschied in der Wärmezurückhaltung ist nur dadurch bedingt, dass der verwendete Wollstrumf doppelt so dick war, als die aus Seide und Baumwolle. Die Dickenmaasse der Strümpfe sind:

für Wolle	3	mm
„ Seide	1,5	„
„ Baumwolle	1,5	„

Dass wirklich die verschiedene Dicke der Strümpfe diesen Unterschied ausmacht, beweist der Versuch mit doppeltem Seidenstrumpf. Hierbei ist nämlich dieselbe Dicke vorhanden, wie bei

dem Wollstrumpf und das Resultat ergibt, dass ein gleichdicker Seidenstrumpf ebenso gut die Wärme zurückhält, wie ein Wollstrumpf. Einen specifischen Unterschied zwischen Seide, Baumwolle und Wolle glaube ich nicht annehmen zu dürfen; denn alle leiten die Wärme gleich gut, wie dies durch andere Versuche, wenn auch nicht absolut erwiesen, doch als höchst wahrscheinlich sich herausgestellt hat.

Auf einen Umstand möchte ich aufmerksam machen, dass nämlich bei den meisten Versuchen der rechte Fuss immer etwas mehr Wärme durchlässt als der linke.

Dieses Verhalten erklärt sich aber auf ganz einfache und natürliche Weise.

Ich mass nämlich die Grösse der den Calorimetern aufliegenden Flächen beider Füsse und fand, dass, während die aufliegende Fussfläche rechts 100,5 qcm betrug, dieselbe links sich auf nur 91,5 qcm belief. Infolgedessen ist es wohl verständlich, dass der rechte Fuss mehr Wärme abgibt, als der linke.

Die Schuhbekleidung.

In einer 2. Reihe von Versuchen bestimmte ich die wärmehaltende Wirkung des Schuhwerks und der Strümpfe zusammen und dann die der Stiefel als solche.

Versuche mit Stiefel und Strumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
1 h 35′ — 1 h 55′	19,6	20,5	26	0	26
9 h 16′ — 9 h 36′	15,8	16,6	55	0	55
3 h 58′ — 4 h 18′	22,5	22,9	94	10	84

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
3 h 25′ — 3 h 52′	20,0	20,2	97	14	83
10 h 36′ — 10 h 58′	18,1	18,8	32	0	32
5 h 25′ — 5 h 45′	22,4	22,5	119	5	114

Versuche mit Stiefel ohne Strumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b.Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
1 h 42′ — 2 h 03′	24,6	24,6	72	21	51
3 h 58′ — 4 h 20′	23,7	23,6	120	27	93
11 h 48′ — 12 h 07′	22,0	22,6	109	8	101

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b.Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
2 h 43′ — 3 h 02′	24,0	24,0	89	10	79
10 h 26′ — 10 h 45′	21,0	21,6	120	14	106
1 h 07′ — 1 h 27′	22,6	23,2	88	7	81

Versuche mit Stiefel und Strumpf.

Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Rechter Fuss (bekleidet)	im Mittel	
3 h 58′ — 4 h 18′	100	10,6	100 : 10,6	100 : 9,9
	Rechter Fuss (nackt)	Linker Fuss (bekleidet)		
3 h 25′ — 3 h 52′	100	14,4	100 : 9,3	
5 h 25′ — 5 h 45′	100	4,2		

Versuche mit Stiefel.

Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Rechter Fuss (bekleidet)	im Mittel	
1 h 42′ — 2 h 03′	100	29	100 : 21	100 : 15,0
3 h 58′ — 4 h 20′	100	11		
11 h 48′ — 12 h 07′	100	23		
	Rechter Fuss (nackt)	Linker Fuss (bekleidet)		
2 h 43′ — 3 h 02′	100	12	100 : 9	
10 h 26′ — 10 h 45′	100	7		
1 h 07′ — 1 h 27′	100	8		

Die Bekleidung mit Stiefel und Strümpfe setzt also die Wärmeabgabe von 100 bis 9,9 herab.

Die Dicke meiner Sohlen betrug an den Stiefeln 10 mm; die Absätze waren weit dicker, nämlich 30 bis 40 mm.

Wurde der Fuss nur mit dem Stiefel, ohne Strumpf bekleidet, so sank die Wärmeabgabe von 100 auf 15, d. h. um 85%.

Es hat demnach den Hauptantheil an der Behinderung des Wärmeverlusts nach dem Boden zu die Bekleidung mit Schuhwerk und weniger die Strumpfbekleidung.

Nasse Fussbekleidung.

Nachdem ich durch obige Versuche den Beweis erbracht habe, inwieweit Stiefel und Strümpfe wärmesparend wirken, stellte ich zur Vervollständigung noch einige Experimente mit derselben Fussbekleidung, aber in nassem Zustande an.

Versuche mit nassem Seidenstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
11h 07' — 11h 26'	23,6	24,0	104	89	15
4h 35' 4h 55'	20,6	20,8	118	115	4
1h 09' — 1h 27'	21,6	21,8	58	58	—

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	recht. Fuss nackt	linker Fuss bekleidet	
11h 54' — 12h 10'	20,6	21,0	127	98	29
12h 12' — 1h 32'	21,2	21,3	105	91	14
11h 37' — 11h 56'	20,6	21,2	76	47	29

Versuche mit nassem Wollstrumpf.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
11h 45' — 12h 05'	24,4	24,2	104	102	2
2h 14' — 2h 30'	23,8	23,8	66	52	14
5h 18' — 5h 35'	22,0	22,3	76	71	5

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	recht. Fuss nackt	linker Fuss bekleidet	
10h 07' — 10h 28'	21,8	22,2	117	87	30
12h 59' — 1h 20'	24,2	24,3	86	62	24
3h 59' — 4h 19'	22,9	23,2	109	76	33

Versuche mit nasser Seide.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Seide)		im Mittel
23,8° C.	11 h 07' — 11 h 26'	100	86	100:96	85,5
20,7° C.	4 h 35' — 4 h 55'	100	102		
21,7° C.	1 h 09' — 1 h 27'	100	100		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Seide)		
20,8° C.	11 h 54' — 12 h 10'	100	77	100: 75	
21,3° C.	1 h 12' — 1 h 32'	100	87		
20,9° C.	11 h 37' — 11 h 56'	100	61		

Versuche mit nasser Wolle.

Temp.	Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Recht. Fuss (Wolle)		im Mittel
18,4° C.	11 h 45' — 12 h 05'	100	98	100:90	81,2
22,0° C.	2 h 14' — 2 h 30'	100	79		
21,6° C.	5 h 18' — 5 h 35'	100	93		
		Recht. Fuss (nackt)	Linker Fuss (Wolle)		
21,0° C.	10 h 07' — 10 h 28'	100	74	100: 72,3	
22,6° C.	12 h 59' — 1 h 20'	100	73		
23,8° C.	3 h 59' — 4 h 19'	100	70		

Versuche mit Wollstrumpf (benetzt mit Rüböl).

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
12h 32' — 12h 52'	21,6	21,7	123	102	21
4h 35' — 4h 55'	20,4	20,6	94	78	16
12h 09' — 12h 27'	20,7	20,5	56	44	12

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer b. Beginn	Temperatur im Zimmer b. Schluss	Ausschl. d. Volumet. recht. Fuss nackt	Ausschl. d. Volumet. linker Fuss bekleidet	Differenz
1 h 50′ — 2 h 10′	21,3	21,4	83	58	25
3 h 21′ — 3 h 41′	20,7	20,9	75	66	9
11 h 10′ — 11 h 30′	20,8	20,8	99	69	30

Versuche mit Wollstrumpf (in Oel getaucht).

Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Rechter Fuss (bekleidet)		im Mittel
12 h 32′ — 12 h 52′	100	83		
4 h 35′ — 4 h 55′	100	80	100 : 80,3	
12 h 09′ — 12 h 27′	100	78		
	Rechter Fuss (nackt)	Linker Fuss (bekleidet)		100 : 78,1
1 h 50′ — 2 h 10′	100	70		
3 h 21′ — 3 h 41′	100	88	100 : 76	
11 h 10′ — 11 h 30′	100	70		

Mittelwerte.

Fuss nackt (trocken) = 100.

Seidenstrumpf	nass	85,5	trocken	65,5
Wollstrumpf	nass	81,2	trocken	50,8
Wollstrumpf	mit Oel	78,1		—

Auch die nassen Bekleidungsstoffe zeigen eine gewisse Verschiedenheit der Wärmeleitung. Der Wollstrumpf verringerte den Wärmeverlust um 18,8%, der Seidenstrumpf um 14,5%. Aber die Differenzen zwischen den beiden Materialien bezw. ungleich dicken Stoffe treten nicht mehr so deutlich wie bei trockenen Stoffen hervor.

Die nach dem Boden, d. h. nach der Berührungsfläche zu wandernde Wärmemenge ist übrigens nicht etwa dieselbe, wenn man den Fuss nackt oder mit einem nassen Stoffe bekleidet; der nasse Kleidungsstoff verhindert den Wärmeabstrom doch nicht unerheblich.

Von manchen Touristen wird das Oelen von Strümpfen als etwas förderliches empfohlen. Ich habe den übrigen noch einen Versuch mit geöltem Wollstrumpf angeschlossen. Dabei zeigt sich, dass das Oelen entschieden die Wärmeableitung fördert,

aber nicht ganz so erheblich als die Durchnetzung mit Wasser. Bei dem Oelen nackter Hautstellen hat Rumpel[1]) durch Messung festgestellt, dass diese Prozedur die Wärmeabgabe nur um 9% hemmt. Diese Wirkung dürfte auf die verminderte Strahlung zurückzuführen sein; bei meinen Versuchen dagegen kommt einzig und allein die Leitung als Weg der Wärmeabgabe in Betracht.

Eine gefürchtete Quelle der Verkältung ist nasses Schuhwerk, weshalb ich eine Reihe von Experimenten anstellte, um über die Grösse und Art der Wärmeabgabe etwas näheres zu erfahren.

Rumpel hatte für nasse Bekleidung gefunden, dass ein in nasser Kleidung steckender Mensch durch Leitung und Strahlung allein ebenso viel Wärme abgibt als ein Unbekleideter, ganz ungerechnet den durch Wasserverdampfung erlittenen Wärmeverlust.

Dem bei der Schneeschmelze im Frühjahr entstehenden Wasser, das in Städten häufig reich an Salzen, vielfach reich an Kochsalz ist, schreibt man besonders unangenehme Eigenschaften zu; von ihm durchnetztes Schuhwerk soll sich kälter anfühlen als durch andere Ursachen durchnetztes.

Die Ergebnisse der Messungen habe ich in nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Versuche mit Strumpf und benetztem Stiefel.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
10 h 01' — 10 h 22'	18,6	18,7	84	12	72
12 h 10' — 12 h 30'	19,4	19,3	73	9	64
3 h 46, — 4 h 06'	18 5	18,5	72	14	58

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	recht. Fuss nackt	linker Fuss bekleidet	
11 h 05' — 11 h 26'	19,2	19,3	72	8	64
1 h 25' — 1 h 45'	19,1	19,0	77	13	64
4 h 52' — 5 h 12'	18,3	18,3	56	7	49

1) a. a. O. S. 92.

Versuche mit Strumpf und mit 10% Cl Na-lösung befeuchtetem Stiefel.

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	linker Fuss nackt	recht. Fuss bekleidet	
5 h 27′ — 5 h 47′	15,0	15,0	37	5	32
12 h 37′ — 12 h 57′	16,1	16,0	41	4	37
3 h 19′ — 3 h 39′	15,4	15,4	47	6	41

Dauer der Versuche	Temperatur im Zimmer		Ausschl. d. Volumet.		Differenz
	b. Beginn	b. Schluss	recht. Fuss nackt	linker Fuss bekleidet	
11 h 21′ — 11 h 41′	16,2	16,2	63	8	55
1 h 55′ — 2 h 13′	15,8	15,7	27	3	24
4 h 31′ — 4 h 49′	15,3	15,2	46	5	41

Versuche mit Strumpf und benetztem Stiefel.

Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Rechter Fuss (bekleidet)		im Mittel
10 h 01′ — 10 h 22′	100	14	100 : 15	100 : 14,4
12 h 10′ — 12 h 30′	100	12		
3 h 46′ — 4 h 06′	100	19		
	Rechter Fuss (nackt)	Linker Fuss (bekleidet)		
11 h 05′ — 11 h 26′	100	11	100 : 13,7	
1 h 25′ — 1 h 45′	100	17		
4 h 52′ — 5 h 12′	100	13		

Versuche mit Strumpf und mit 10% Cl Na-lösung benetztem Stiefel.

Dauer des Versuchs	Linker Fuss (nackt)	Rechter Fuss (bekleidet)		im Mittel
5 h 27′ — 5 h 47′	100	13	100 : 12,7	100 : 12,5
12 h 37′ — 12 h 57′	100	12		
3 h 19′ — 3 h 39′	100	13		
	Rechter Fuss (nackt)	Linker Fuss (bekleidet)		
11 h 21′ — 11 h 41′	100	13	100 : 12,3	
1 h 55′ — 2 h 13′	100	13		
4 h 30′ — 4 h 49′	100	11		

Mittelwerthe.

Fuss nackt (trocken) = 100.

Strumpf und benetzter Stiefel .	14,4	trocken 9,9.
mit Cl Na benetzter Stiefel . .	12,5	

Wie dies Rumpel schon gezeigt, beweisen auch unsere Versuche mit nasser Fussbekleidung, dass dieselbe die Wärme besser durchlässt als trockene.

Besonders deutlich zeigt sich der Unterschied, wie schon erwähnt bei den Strümpfen. Während bei trockenem Seidenstrumpf das Verhältniss vom nackten zum bekleideten Fuss sich wie 100 : 66 und die Wolle wie 100 : 51 gestaltet, beziffert sich dieses bei nasser Seide auf 100 : 86 und bei nasser Wolle auf 100 : 81.

Ein nasser Seidenstrumpf lässt also ca. 22% und ein nasser Wollstrumpf etwa 30% mehr an Wärme durch wie ein trockener.

Weniger gross, aber doch immerhin deutlich sind die Unterschiede bei benetztem und trockenem Stiefel: während trocknes Schuhwerk die Wärmeabgabe um 90,1% sinken lässt, findet sich bei nassem nur eine Behinderung um 85,6%. Trotz dieses nicht sehr erheblichen Zuwachses an Wärmeverlust pflegt nasses Schuhwerk sehr bald bei einigermaassen kühlem Wetter ein empfindliches Kältegefühl zu erzeugen.

An dem Entstehen dieses Kältegefühls ist aber jedenfalls der Wärmeverlust durch das Oberleder und die hier erfolgende starke Wasserverdunstung in den meisten Fällen mitbetheiligt; im übrigen hat man zu erwägen, dass das Kältegefühl durch die Entziehung einer gewissen, uns zur Zeit nicht näher bekannten Anzahl Calorien entsteht. Der von uns bei 20° C. gefundene Unterschied der Wärmeabgabe trocknen und feuchten Schuhwerks erreicht natürlich bei sehr niederen Temperaturgraden sehr beträchtliche absolute Werthe der Wärmeentziehung.

Nicht ohne Interesse ist die Gegenüberstellung meiner und der von Rumpel gewonnenen Resultate; letzterer hat die einzelnen Theile einer Kleidung auf ihrer wärmesparenden Wirkung untersucht und festgestellt, um wie viele Procent die Wärmeabgabe des bekleideten Armes von jener des nackten Armes unterschieden

ist. Ich habe gleichfalls alle Messungen als relative Werthe auf die Wärmeabgabe des nackten Fusses bezogen.

Die Vergleichungen zeigen, welche verschiedene Ansprüche wir an die wärmesparende Wirkung einzelner Bekleidungsmittel zu stellen pflegen.

Es wird der Wärmeverlust der Arme herabgesetzt durch die Bekleidung

mit einem Wollhemd um	10,0%
„ zwei Wollhemden	17,4 „
„ „ „ und einem Leinenhemd	19,0 „
„ „ „ „ „ Rocke . .	32,5 „

Am Fusse hemmt den Wärmeverlust durch Contakt

ein Seidenstrumpf um	34,5%
zwei Seidenstrümpfe „	47,2 „
ein Wollstrumpf „	49,2 „
ein Wollstrumpf und Schuh um .	90,1 „

Man erhält also den Eindruck, dass die wärmesparende Wirkung bei guter Fussbekleidung mächtiger sein muss, als bei den sonstigen Kleidungsmitteln. Es wird sich lohnen, die von mir berührten Fragen, namentlich mit Rücksicht auf die Gewinnung einer rationellen Fussbekleidung, weiter zu führen.

Schnitt der Schuhe, Absatzfläche, Art der Sohle sind Factoren, welche wesentlich auch für die Wärmehaltung in Betracht kommen.

Ueber die Bestimmung der Mauerfeuchtigkeit.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann** und Docent **Ch. Nussbaum**
Würzburg. Hannover.

In Nr. 18 des laufenden Jahrgangs der Münchener medizinischen Wochenschrift und etwas später, aber wörtlich gleichlautend, im 3. Hefte des Bandes XIV dieses Archivs theilt Herr Professor Dr. Emmerich eine neue praktische Methode zur Bestimmung der Wandfeuchtigkeit mit. Eine Reihe kritisirender Bemerkungen, welche in dieser Arbeit enthalten sind, erheischen eine kurze Antwort, soweit sie sachlicher Natur sind.

Die Kritik Emmerich's gilt in erster Linie unserer gemeinsamen Arbeit „Studien über Kalkmörtel und Mauerfeuchtigkeit"[1]), dann aber auch der Darstellung der Mörteluntersuchung in Lehmann's „Methoden der praktischen Hygiene"[2]). — Da Nussbaum laut Vorwort zum letztgenannten Buche an dem Kapitel „Bauhygiene" vielfach mitgearbeitet hat, so erklären wir uns gemeinsam auch für diese Darstellung verantwortlich.

Wir werden beschuldigt:

1. Die ältere Methode Glässgen's[3]) zur Bestimmung des freien Wassers im Mörtel verändert, aber nicht verbessert, sondern „verschlechtert" zu haben.

2. Zwei Fehler bei der Bestimmung des Wassergehalts gemacht zu haben (soweit es sich um den Münchener steinhaltigen Mörtel handelt).

3. Glässgen's Verdienste nicht gebührend anerkannt zu haben.

1) Archiv für Hygiene. IX.
2) Wiesbaden, Bergmann 1890.
3) Zeitschrift für Biologie. X.

Nach experimenteller und rechnerischer Prüfung der sachlichen Einwände Emmerich's wollen wir versuchen, uns von Vorwurf 1 und 3 zu reinigen und die Tragweite der sub 2 begangenen Fehler quantitativ zu bestimmen.

Ad 1. Das Princip der Glässgen'schen Methode der Wasserbestimmung ist, den Mörtel in einem wasser- und kohlensäurefreien Luftstrom zu trocknen. Es ist ein Verdienst von Glässgen, die Nothwendigkeit dieser umständlicheren Trocknungsart eingesehen zu haben. Wir haben dies nie und nirgends bestritten (siehe Punkt 3) — aber wir haben die Ausführung der Trocknung in der Weise von Glässgen für sehr mühsam und zeitraubend, mit einem Worte für unpraktisch gehalten und dieselbe, indem wir uns näher an die organische Elementaranalyse anlehnten, in wesentlichen Punkten abgeändert. Statt in die leicht springenden und unhandlichen Liebigschen Enten, mit denen man nur einmal zu arbeiten braucht, um ihre Nachtheile zu kennen — brachten wir die Mörtelproben und zwar nicht eine, sondern vier auf einmal in ein schwer schmelzbares Glasrohr, durch das wir einen von CO_2 und H_2O befreiten Luftstrom leiteten. In 1½ Stunden lassen sich mit Hilfe des von uns construirten einfachen, bequemen und jeden Augenblick kostenlos zu improvisirenden Luftbades die vier Proben mühelos sicher trocknen und ihr Gewichtsverlust als Wasser bestimmen.

An diesen Proceduren tadelt Emmerich, dass wir die Temperatur des Luftbades und nicht die des Röhreninhaltes bestimmten — in zahlreichen Controlversuchen hatten wir uns überzeugt, dass in 1½ Stunden bei einer Temperatur des Luftbades von 100° bis 110° das Wasser vollkommen verschwand, der Gewichtsverlust constant wurde — mehr brauchten wir nicht. Zweitens wird das zu geringe Gewicht — 2 g — unserer Proben bemängelt, während Glässgen 25 g angewendet habe. Emmerich nennt dies sehr hart: „Verschlechterung der Methode". Wir glauben nicht, dass dadurch bei sonst exaktem Arbeiten irgend ein nennenswerther Fehler entsteht, wenn man mit 2 bis 3 g statt mit 15 bis 25 g arbeitet — wesentlich grössere als die von uns angeführten Mengen standen uns ausserdem oft nicht zu Gebote, da wir nicht

ad libitum grosse Löcher machen durften. Die Genauigkeit dürfte bei für die Praxis angestellten Analysen übrigens kaum Jemand grösser als auf 0,1% verlangen, wir haben auch in unseren Tabellen über Schulhausmörtel alle Zahlen auf diese Grösse abgerundet. Die Verwendung von 120 g nach Emmerich lässt die dritte Decimale der Procente noch genau werden — es ist dies angenehm, für die Praxis aber gänzlich belanglos.

Endlich könnten wir noch sagen, dass die in München angewendeten Schiffchen ursprünglich für frischen nassen Mörtel gebaut, allerdings nur etwa 2 bis 3 g fassten, dass aber für die unsere Untersuchungen ergänzenden Analysen von Beutler[1]) (Arch. f. Hyg. IX p. 254) im Würzburger Laboratorium Schiffchen 10 g Inhalt Verwendung fanden, die auch seither stets gebraucht wurden.

Wir können also Emmerich erstens nicht zugeben, dass unsere Veränderungen der Methode belanglos sind — denn erst durch sie wird die Methode praktisch und zweitens müssen wir bestreiten, dass die Verwendung von 2 (bis 10) g für jede Probe auch nur im Entferntesten die Bezeichnung „Verschlechterung" verdiene.

Auch Emmerich scheint früher weniger pessimistisch über unsere Methode der Mörteltrocknung gedacht zu haben, denn in seiner mit Trillich verfassten „Anleitung zu hygienischen Untersuchungen"[2]) theilt er, nachdem er die Glässgen'sche Methode beschrieben, unsere Methode vollkommen objektiv mit und schliesst die Besprechung mit: „Diese Versuchsanordnung gestattet gleichzeitig mehrere Proben (4 bis 5) zu trocknen und ausserdem fällt das lästige Springen der Liebig'schen Enten weg."

Wir wissen nicht, was Emmerich zur Aenderung dieses gerechten früheren Urtheils bestimmt hat.[3])

1) Auch: Dissertation. Würzburg 1888.

2) München 1889. Rieger.

3) Im Momente des Abschickens des Manuskripts kommt uns die eben erschienene 2. Auflage des Buches von Emmerich und Trillich zu. Auch hier steht zu unserer nicht geringen Verwunderung noch das gleiche wie in der 1. Auflage, von »Verschlechterung« und den anderen tadelnden Worten der Emmerich'schen Arbeit keine Silbe!

Was wir in den Methoden Glässgen's von principieller Bedeutung kritisirt resp. verändert und verbessert haben, das ist die Methode der Bestimmung des Hydratwassers, die Glässgen in der ganz unzulässigen Weise vornahm, die Gewichtszunahme zu bestimmen, welche die getrocknete Mörtelportion (von 15 g) durch dreiviertel- bis einstündiges Ueberleiten von feuchter Kohlensäure zeigt. — Wir haben durch Versuche die zerstreuten Literaturangaben bestätigt und erweitert, dass wirklich trockenes Aetzkalkhydrat überhaupt keine trockene Kohlensäure aufnimmt, und weiter gezeigt, dass auch feuchte Kohlensäure trockenes Aetzkalkhydrat nur sehr langsam und unvollständig in Carbonat verwandelt.

Wir haben daher eine Reihe anderer Methoden der Hydratwasserbestimmung versucht, auf die der zum Theil unserer Röhrentrocknung direkt zugeschnitten war und deren weitere Ausführung, da dieser Punkt nicht angegriffen ist, unterbleiben kann.[1]) Vgl. unsere Arbeit l. c. S. 254.

Ad 2. Mussten wir bisher Emmerich entgegentreten, so müssen wir ihm leider recht geben, dass wir in dem Theil unserer Arbeit, der sich auf Münchener Baumörtel bezieht (aber auch nur in diesem) zwei von ihm erkannte Fehler gemacht haben — deren Grösse er für sehr bedeutend ansieht.

Erstens haben wir beim Absieben der Steine Wasser verloren; Emmerich findet, dass ein Mörtel von 12,6% Wasser im Feinmörtel auf 12,0, ein anderer von 3,5 auf 3,06 austrocknet, also ein Gesammtmörtel mit ca. 50% Steinen um etwa 0,3 bis 0,2 zu trocken gefunden wird.

Um uns selber zu überzeugen, haben wir drei Mörtelproben mit 50% Münchner Mittelkies selbst gesiebt (je 60 bis 80 g) und

1) Bemerkt mag hier werden, dass die später fast ausschliesslich von uns benützte Methode der Aetzkalkbestimmung durch Titriren Werthe liefert, die eine Spur zu hoch sind. 250 cbm kohlensäurefreies Wasser lösen aus (nicht frisch gefälltem) Calciumcarbonat so viel auf, dass dadurch 1 mg Aetzkalkhydrat vorgetäuscht wird.

gefunden, dass durch das Sieben das Gewicht der Summe von Feinmörtel und Steinen abnahm:

bei einem Feuchtigkeitsgehalt des Gesammtmörtels

von 5,79% um 0,22%
„ 1,20% „ 0,15%
„ 1,16% „ 0,09%

Selbstverständlich wird noch ein grösserer, wenn auch verschieden grosser Theil dieser Abnahme auf unvermeidliche Verluste einzelner Sandkörnchen fallen. Diese Zahlen zeigen im Zusammenhalte mit Emmerich's Ermittelungen, dass der absolute Wassergehalt des Gesammtmörtels bei nassem Mörtel ca. 0,3, bei trocknerem Mörtel bei sorgfältigem Arbeiten aber 0,2 und bei trockenem Mörtel nur 0,1% zu niedrig gefunden wird resp. dass die von uns gefundene Zahl um 5 bis 10% zu klein ist. Eine Compensation des Wasserverlustes durch CO_2-Aufnahme kann in der zum Versuche ausreichenden Zeit nicht stattfinden.

Der zweite Vorwurf, dass wir den Wassergehalt der Steine vernachlässigt, ist ebenfalls als richtig anzuerkennen — und wir können nur bedauern, diesen Fehler gemacht zu haben. Betrachten wir seine Folgen quantitativ:

Emmerich findet als Wassergehalt der Steine bei einem Gehalte des Feinmörtels

von 4,46% in den Steinen 0,906%
„ 10,434% „ „ „ 2,889%

Einen so hohen Wassergehalt hätten wir allerdings nicht erwartet. Eigene Bestimmungen ergaben seither an Münchener Material:

Münchener Mittelkies wird gewaschen, getrocknet und gewogen, dann in Wasser gekocht, mit Fliesspapier abgetrocknet und mit Glasplatte bedeckt wieder gewogen:

Wassergehalt = 0,79%.

Einen höheren Gehalt können die Steine also nur zeigen, wenn Mörtelbröckchen ihnen anhaften, was natürlich nie absolut zu vermeiden ist und von uns l. c. S. 227 zugegeben ist.

In eigenen Untersuchungen fanden wir:

Bei einem Wassergehalt des Feinmörtels %	Enthielten die Steine %	Bei 50% Steine ist der Gehalt des Gesammtmörtels		Unsere Werthe zu niedrig %
		wenn Steine trocken	beim wirklichen Wassergehalt der Steine	
9,31	2,28	4,66	5,79	24
7,61	1,50	3,80	4,55	19
2,12	0,29	1,06	1,20	13
2,06	0,26	1,03	1,16	12

d. h. unsere Wasseranalysen des Münchener Mörtels wie wir sie vorgenommen haben, sind um etwa 24 bis 19% für den feuchten und um 12 bis 13% für den trockenen Mörtel zu niedrig. Das ist richtig und soll nicht beschönigt werden.

Da sich nun die beiden gemachten Fehler summiren, so sind in der That unsere Wasserbestimmungen im Schulhausmörtel für feuchten Mörtel um 19 bis 24 + 5 = 24 — 29 und im trockenen Mörtel um 12 bis 13 + 10 = 22 — 23% zu niedrig. Wir dürfen ohne besondere Ungenauigkeit 25% als mittleren Fehler annehmen, bei trockenem Mörtel kann er bis gegen 20% sinken, bei nassem bis zu 30% steigen.

In wie weit werden nun dadurch die Resultate unserer Arbeit beeinflusst?

Da diese Fehler nur bei der Schulhausuntersuchung gemacht sind und bei unseren selbstgebauten Versuchsmauern sowohl wie bei den Untersuchungen von Würzburger Mörtel ein Absieben von Steinen überhaupt nicht stattgefunden hat, so bleiben diese beiden Theile unserer Arbeit ganz unberührt.

Wir dürfen aber auch mit Sicherheit behaupten, dass die Schlüsse aus unserer mühsamen Schulhausarbeit (S. 228—239) im wesentlichen zu recht bestehen bleiben. Wohl werden einzelne Analysen, in denen der Steingehalt bis auf 60% und mehr stieg stärker, andere mit 40% Steinen und darunter weniger stark beeinflusst, da aber alle Schlüsse über das Trocknen von Aussen- und Innenmauern, von Putz und tiefen Schichten, der einzelnen Etagen, des Einflusses der Himmelsrichtung u. s. f. auf Mittel aus zahlreichen Einzelanalysen gebaut sind, so dürfen wir ohne gröberen Fehler alle Mittelzahlen um 25% erhöhen und die

relativen Verhältnisse, die unseren Schlüssen zu Grunde lagen, im wesentlichen als ungeändert betrachten.[1])

Auch die wichtige Frage, bei welchem Wassergehalt eine Mauer als trocken zu bezeichnen ist, wird durch Berücksichtigung der Fehler kaum berührt. Wir fanden an Würzburger Mörtel ohne Absieben, dass bei 0,4 bis 0,5% Wassergehalt eine Mauer absolut trocken ist, wir leiteten aus unseren Schulhauserfahrungen ab, dass 1% freies Wasser jedenfalls, bei guter Heizung und Ventilation im Neubau ein Gehalt bis 1,5% noch zulässig sei. Diese Werthe würden sich unter Berücksichtigung des Fehlers etwa auf 1,25 für gewöhnliche Häuser und 1,9 für gut ventilirte und geheizte Gebäude erhöhen. In den „Methoden" haben wir S. 491 ausgesprochen, gestützt auf sehr zahlreiche unpublizirte Bestimmungen im ungesiebten Gesammtmörtel eines Neubaues, den Lehmann vor einigen Jahren bezog, dass man unter günstigen Verhältnissen noch 1½ bis höchstens 2% freies Wasser im Gesammtmörtel zulassen können. Unsere Forderung ist von der Glässgen'schen ähnlich klingenden durchaus verschieden, Glässgen verlangte

1) Um uns über die Richtigkeit dieser Annahme genau zu belehren, haben wir alle unsere Schulhausanalysen umgerechnet nach folgender, aus den obigen Versuchen abgeleiteten Annahme:

Wenn der Feinmörtel enthält	enthalten die Steine % Wasser	Wenn der Feinmörtel enthält	enthalten die Steine % Wasser
1—2	0,2	7—8	1,5
2—3	0,3	8—9	1,9
3—4	0,5	9—10	2,3
4—5	0,7	10—11	2,6
5—6	0,9	11—12	2,9
6—7	1,1	über 12	3,0

Ausserdem wurde den berechneten Werthen für Gesammtmörtel zugezählt bei Werthen von 1% 0,1
2—6% . . . 0,2
über 6% 0,3
als Verdunstungsverlust beim Sieben.

Bildet man aus den so neuberechneten Zahlen Mittel aus 6—10 Werthen, so ergibt sich regelmässig, dass wenn vorwiegend trockener Mörtel zu den Mittelwerthen verwendet wurde, ein Fehler von 20—25%, handelte es sich vorwiegend um feuchte Mörtel, so bewegt sich der Fehler zwischen 25—30%, wie oben ausgeführt.

die Mauer solle im Feinmörtel nicht mehr als 1% freies Wasser plus Hydratwasser enthalten d. h. auf Münchener Verhältnisse umgerechnet im Gesammtmörtel etwa 0,5 bis 0,6% freies Wasser plus Hydratwasser.

Da der wirkliche Hydratwassergehalt in ganz trockenen Mauern im Gesammtmörtel von 0,1 bis 1,0 etwa schwanken kann, sehr leicht schon allein 0,4 bis 0,6% beträgt, und wie wir zeigten, alter trockener Mörtel immer noch 0,4 bis 0,5% Wasser enthält, so verlangt Glässgen's Forderung (zum Theil infolge seiner ungenügenden Bestimmung des Hydratwassers zuviel, oft geradezu Unmögliches.

Wenn Emmerich jetzt auf S. 258 seiner Arbeit meint, dass die Forderung Glässgen's nach allgemeiner Ansicht (unseres Wissens bisher erst von uns — l. c. S. 240 — ausgesprochen und bewiesen) als etwas zu streng erscheine, und statt dessen einen ca. viermal grösseren Gehalt des Gesammtmörtels an freiem Wasser von 2% als äusserste Grenze zulassen will, so hat er sich damit, wie wir mit Vergnügen ersehen, allerdings ohne uns zu nennen oder nähere Gründe für seine Ansicht auszusprechen — unserem Vorschlage angeschlossen.

Ad 3. Wir kommen zum letzten Vorwurf, Glässgen's Verdienste nicht genügend anerkannt zu haben. Wir müssen diesen Vorwurf zurückweisen.

Wir haben seine Arbeit in unserer Abhandlung fortwährend citirt, die Richtigkeit aber Unzweckmässigkeit seiner Wasserbestimmung anerkannt, die Ungenauigkeit seiner Hydratwasserbestimmung in maasvoller Weise getadelt, uns nicht eingehend über die Unhaltbarkeit des von ihm aufgestellten Grenzwerthes der Mauerfeuchtigkeit ausgesprochen und uns S. 239 zum Schlusse dahin ausgesprochen: „Jedenfalls gebührt Glässgen das Verdienst, zum ersten Male die wichtigen Fragen auf Pettenkofer's Rath experimentell angegriffen und eine Reihe schöner Beobachtungen gemacht zu haben.

Dass Glässgen in den „Methoden“ nicht erwähnt ist, hat seinen guten Grund. Das Buch sucht bei bescheidenem Umfang ohne allen Anspruch auf historische Vollständigkeit — die zur Zeit üblichen Methoden zu schildern, da wir Glässgen's

Wasserbestimmungsmethode bei aller Richtigkeit für unpraktisch hielten und halten, so war sie in den »Methoden der praktischen Hygiene« nicht zu erwähnen, so wenig wie Hunderte von anderen an sich höchst verdienstlichen methodischen Vorschlägen, die sich im Laufe der Zeit als überholt herausstellten, Aufnahme finden konnten.

Soweit Emmerich's Vorwürfe. — Wir glauben gezeigt zu haben, dass unsere Methode, abgesehen von den beiden aus dem Absieben der Steine entspringenden Fehlern der einzigen Manipulation gerade, in welcher wir genau Glässgen's Vorschlag bei unserer Arbeit folgten — der strengen Kritik stand hält.

Mehr wie drei Viertel unserer Arbeit bezieht sich auf steinfreien Mörtel, ist also von vornherein von allen Einwürfen unberührt, wir glauben aber heute dargethan zu haben, dass die beiden Punkte, auf welche Emmerich in verdienstvoller Weise aufmerksam gemacht hat, selbst den Theil unserer Arbeit, in dem wir diese Fehler begingen, nur in unbedeutendem Grade entwerthet und dass alle unsere praktischen Schlüsse zu Recht bestehen bleiben.

Zum Schlusse noch ein Wort über Emmerich's neue Methode.

Es ist entschieden ein glücklicher Gedanke, den von Soxhlet vor kurzem erfundenen Vacuumtrockenschrank auch zum Mörteltrocknen zu verwenden, auch kann das Resultat nur dadurch gewinnen, dass man grössere Mörtelmengen mit der Stanze entnimmt. Emmerich's Methode ist also theoretisch einwandfrei und leicht ausführbar.

Immerhin werden wir für all' die Bezirke Deutschlands, in denen wie in Würzburg, Hannover, Berlin und Wien ein steinfreier Sand verwendet wird, mit kleineren Proben und dem Hohlmeissel als Werkzeug ausreichen und uns die grossen Löcher in der Mauer sparen können; Fugenmörtel, dessen Zusammensetzung uns vielfach interessirte, ist ja zudem nur mit dem Hohlmeissel zu bekommen.

Die Trennung des Putzmörtels bei genaueren Studien in Mörtel über Stein und Mörtel über Fugen ist auch nur bei Entnahme mit dem Hohlmeissel möglich.

Zu fortlaufender Controle des Wassergehaltes eines Gebäudes zum Studium der Wirkung von Austrocknungsapparaten, dürften sich aus ästhetischen Gründen oft nur kleinere Stangen verwenden lassen, deren Vortheil vor dem vielseitig anwendbaren Hohlmeissel kein bedeutender ist.

Viel wichtiger als die Entnahme grosser bleibt nach unseren Fesstellungen die Entnahme zahlreicher gleichzeitiger Proben an verschiedenen Stellen.

Leider kostet der schöne und vielseitig brauchbare Soxhlet-sche Vacuumtrockenschrank noch recht viel Geld, ist also nicht ohne weiteres für jedes kleinere Institut zu beschaffen.

Dagegen erfordert die allerdings etwas umständlichere und zeitraubendere Trockenmethode, die wir angewendet haben, keine Apparate, welche Geld kosten und durch Anwendung eines weiteren Trockenrohres und grösserer Schiffchen ist sie selbst für den steinreichen Münchener Mörtel in Proben von etwa 15 bis 20 g ohne Absieben anwendbar, es werden sich also wohl noch manche Forscher wie wir einstweilen mit dieser Methode behelfen müssen.

Emmerich meint zum Schlusse noch mit seiner Methode ein klareres Urtheil über die Menge des wegzuschaffenden Wassers aus Zimmerwänden zu gewinnen, als dies bisher möglich war, indem er den Wassergehalt der ganzen Putzmasse des Zimmers berechnete. Wir geben zu, dass dies mit seinem Apparat, wenn genügend zahlreiche Proben entnommen werden, leichter und genauer möglich ist, als mit dem Hohlmeissel.

Dagegen berücksichtigt diese Berechnung (abgesehen von der Decke) in keiner Weise die bedeutende im Fugenmörtel und unter Umständen in den Bausteinen vorhandene Wassermenge, die neben anderen Faktoren besonders von der Mauerdicke abhängt.

Es wird trotz dieses Mangels die Berechnung für Laien doch noch einen gewissen Werth haben, weil sie anschaulich ist; einen wissenschaftlichen Werth können wir ihr nur einräumen, wenn das Gesammtwasser berücksichtigt wird, was nicht absolut unmöglich, wenn auch umständlich erscheint.

Ueber die Wirksamkeit der Desinfectionsmittel bei erhöhter Temperatur.

Von

Dr. Adolf Heider,

Assistent am hygienischen Institute der Universität Wien.

Einleitung.

Der Einfluss gesteigerter Temperatur auf die Wirksamkeit chemischer Desinfectionsmittel wird schon in der grundlegenden Arbeit Koch's[1]) »über Desinfection« betont; anknüpfend an seine Versuche über die Wirksamkeit der Carboldämpfe, sowie der Schwefelkohlenstoffdämpfe, in welchen eine Steigerung der Wirksamkeit mit steigender Temperatur zu beobachten war, macht Koch folgende bemerkenswerthe Aeusserung:

»Immerhin ist es wahrscheinlich, dass sich manche unter gewöhnlichen Verhältnissen unzulängliche Desinfectionsmittel durch Combination mit einer mässig gesteigerten Temperatur zu einer ausreichenden Wirksamkeit bringen lassen; möglicherweise sind auch solche Substanzen, denen bei Temperaturen von 20° C. jede desinficirende Wirkung fehlt, wie das Beispiel vom Schwefelkohlenstoff lehrt, bei etwas höherer Temperatur, als vortreffliche Desinfectionsmittel zu gebrauchen. Es eröffnet sich in dieser Richtung ein sehr lohnendes Feld für die experimentelle Thätigkeit, welches um so mehr Beachtung verdient, als sich exacten Versuchen gegenüber von der grossen Zahl der Desinfectionsmittel nur einige wenige und auch diese nur als für gewisse Verhältnisse praktisch verwendbar erwiesen haben«.

Gerade der letztaufgeführte Punkt hat in den letzten Jahren an Bedeutung eher gewonnen als verloren. Die fortschreitende

1) Koch. Ueber Desinfection. Mitth. a. d. kais. Gesundheitsamte. Bd. I. 1881.

Vervollkommnung der Methodik von Desinfectionsversuchen, insbesondere die stets wachsende Erkenntniss der Fehlerquellen, welche bei Verwendung von Seidenfäden zu Desinfectionsversuchen in Betracht kommen, hat dazu geführt, dass unsere Vorstellungen von der Wirksamkeit einiger wichtiger Desinfectionsmittel eine weitere Einschränkung erleiden. Allerdings ist inzwischen auch die Erforschung der Infectionserreger so weit vorgeschritten, dass man mit Recht in vielen Fällen Mittel anwendet, welche den strengsten Anforderungen nicht entsprechen, wenn sie nur für den betreffenden Fall ausreichende Sicherheit gewähren; aber gerade da, wo es sich um die Abtödtung von Sporen (oder sehr resistenten vegetativen Formen), wo es sich also um sehr energische Wirkungen handelt, mussten die Erfahrungen der letzten Zeit auf die Heranziehung heisser Desinfectionsflüssigkeiten für die Zwecke der Praxis hinweisen.

Demungeachtet wurden systematische Untersuchungen über die Wirksamkeit der Desinfectionsmittel bei höheren Temperaturen in den nächsten Jahren nach dem Erscheinen von Koch's Arbeit nicht bekannt gemacht und erst Henle[1]) lenkte wieder die Aufmerksamkeit in erhöhtem Grade auf die Bedeutung der Temperaturverhältnisse für die chemische Desinfection. Er konnte für Creolin, Sublimat und Carbolsäure nachweisen, dass gar nicht sehr bedeutende Temperaturunterschiede höchst auffällige Verschiedenheiten in der Wirksamkeit der Desinfitientien hervorrufen. Jedoch bewegen sich Henle's Untersuchungen in einer anderen Richtung, als Koch's oben erwähnte Anregungen. Während Koch die Verwendung künstlich erwärmter Desinfectionsmittel vorgeschwebt hatte, macht Henle durch seine Beobachtungen auf eine andere, gleichfalls durchaus nicht zu unterschätzende Folge des Einflusses verschiedener Temperaturen aufmerksam, indem er betont, dass die Desinfectionstechnik die natürlichen Schwankungen unserer Aussentemperatur zu berücksichtigen habe und es für wünschenswerth erklärt, dass die gebräuchlichen Desinfectionsverfahren auf ihre Wirksamkeit bei niederer Temperatur geprüft werden.

1) Henle. Archiv f. Hyg. Bd. IX. 1889. S. 188.

Zur Erklärung der auffälligen Abnahme der Wirkung der Desinfectionsmittel bei niederer Temperatur zog Henle zweierlei heran: Die herabgesetzte chemische Activität der Desinfectionsmittel und die Verminderung des Stoffwechsels der Bacterien in der Kälte, welche auch der Aufnahme der Desinfectionsmittel hinderlich sei.

Einen entschiedenen Fortschritt in der von Koch angedeuteten Richtung bedeuten die Versuche Nocht's[1]) über die Wirksamkeit von Carbolseifenlösungen bei höherer Temperatur, sowie die Anregungen desselben zum Gebrauch heisser Carbolseifenlösungen in der Praxis.

Nocht's Angaben blieben zunächst vereinzelt und ich hatte, angeregt durch Herrn Professor Gruber, bereits eine grosse Reihe von Versuchen über die Wirksamkeit der wichtigsten Desinfectionsmittel bei höheren Temperaturen unternommen, als das Erscheinen von Behrings[2]) Arbeit »über Desinfection, Desinfectionsmittel und Desinfectionsmethoden« mich zu einer vorläufigen Mittheilung im Centralblatte für Bacteriologie und Parasitenkunde[3]) veranlasste. In Behring's erwähnter Publikation ist dem Einflusse der Temperatur auf die Desinfectionsvorgänge volle Rechnung getragen und für die wichtigsten Substanzen werden Angaben über deren Wirksamkeit bei höheren Temperaturen theils gemacht, theils in Aussicht gestellt. Es wird sich später Gelegenheit finden, auf dieselben im Einzelnen einzugehen.

Meine inzwischen fortgesetzten und nach mancher Richtung ergänzten Versuche sind nunmehr soweit abgeschlossen, dass ich es unternehmen kann, über dieselben im Folgenden zu berichten.

Zur Methodik der Desinfectionsversuche.

Meinen Versuchen lag der Plan zu Grunde, dass zunächst an den möglichst isolirten Infectionserregern das Verhalten der Desinficientien bei verschiedenen Temperaturen geprüft werden sollte und nach dem Resultate dieser Versuche dann praktische Experimente an inficirten Objecten angestellt werden sollten. Diese Theilung in einen mehr theoretischen (oder wenn man

1) Nocht. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. VII. 1889.

2) Behring. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. IX. 1890. S. 395.

3) Heider. Centralbl. f. Bact. und Paras. Bd. IX. 1891. S. 221.

will biologischen) und einen mehr praktischen Theil entspricht durchaus der Entwickelung, welche die Methodik der Desinfectionsversuche in jüngster Zeit genommen hat. Am schärfsten formulirt Geppert[1]) diesen Gegensatz, indem er sagt:

»Vor Allem möchte ich da betonen, dass wir in Zukunft zwei Fragen auf das Schärfste zu trennen haben: 1. Binnen welcher Zeit wird ein Infectionsträger, der in den Wirkungskreis eines desinficirenden Mittels gelangt ist, desinficirt und 2. liegen in einem gegebenen Falle die Bedingungen so, dass die an einem Object haftenden Infectionsträger in den Wirkungskreis dieses Mittels gelangen können? Die erste Frage ist eine bacteriologische, die zweite eine chemische und physikalische. Die erste lässt sich bis jetzt nur mit Hilfe von mikroskopischen Suspensionen entscheiden, die zweite nur am inficirten Object«.

Behring[2]), welcher Geppert gegenüber die Seidenfadenmethode vertheidigt, legt anscheinend geringeres Gewicht auf das Verhalten der Desinfectionsmittel gegen die isolirten Infectionsträger, indem er schon die orientirenden Vorversuche mit Hinblick auf die Praxis, d. h. mit Hinblick auf das Verhalten inficirter Objecte angestellt wissen will.

Demgegenüber glaube ich, wie auch Geppert eingewendet hat, dass die Wirkung der Desinfectionsmittel auf die isolirten Mikroorganismen schon als biologische Frage Interesse genug hat, um zu einer Prüfung derselben einzuladen. Und wenn Behring meint, dass man Seidenfäden als Probeobjecte der Desinfection verwenden solle, weil dieselben schwerer zu desinficiren seien als Suspensionen von Mikroorganismen, so darf dabei nicht übersehen werden, dass sich schwere und begründete Bedenken gegen die Verlässlichkeit der Seidenfadenmethode erhoben haben. In Wirklichkeit ist nämlich vielfach gerade das Gegentheil von dem eingetreten, was Behring[3]) behauptet; obwohl der Seidenfaden (theoretisch) schwerer zu

1) Geppert. Berlin, klin. Wochenschrift 1890. S. 303.

2) Behring. Deutsche med. Wochenschrift 1891. 5. 893.

3) Verhandlungen des VII. internationalen Congresses für Hygiene und Demographie. London 1891. Siehe Centralbl. f. Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. 11. S. 115.

desinficiren ist, als eine Suspension, geben doch in vielen Fällen die an Suspensionen angestellten Versuche längere Abtödtungszeiten, als die nach der Fadenmethode unternommenen. So konnte — abgesehen von Geppert's hieher gehörigen Versuchen, Professor Gruber [1]) durch ausgedehnte Versuche über die Wirksamkeit der chemischen Desinfectionsmittel zeigen, dass die letztere meist zu hoch geschätzt wurde, und dass man bei Anwendung von Suspensionen unbedingt richtigere Vorstellungen über den Werth der Desinfectionsmittel erhält, als durch die bisher meist übliche Seidenfadenmethode.

Die angeführten Erwägungen führten mich dazu, bei den Versuchen über die Wirkung der warmen Desinfectionsmittel auf die Mikroorganismen, Suspensionen derselben zu verwenden und jene Methodik zu befolgen, welche Professor Gruber auf dem Londoner internationalen hygienischen Congresse beschrieben hat.

Die Resultate dieser Versuche besagen zunächst nichts anderes als das Verhalten der Desinfectionsmittel gegen die möglichst isolirten Mikroorganismen; sind die letzteren an Objecten fixirt oder in denselben eingeschlossen, so kommen eine ganze Reihe von Umständen in Betracht, welche das Resultat der Desinfection beeinflussen, der hindernde Einfluss der Schichten auf das Eindringen der Desinfectionsmittel, das chemische Verhalten der letzteren gegenüber dem Objecte u. s. w., wesshalb die Resultate der Vorversuche, wie ich nochmals hervorhebe, hauptsächlich als biologische Thatsachen zu betrachten und für die praktische Verwendung der Desinfectionsmittel nur insoferne zu verwerthen sind, als man eine Substanz, die in Suspensionen nicht wirkt, um so weniger an Objecten verwenden wird.

Die Ausführung eines einzelnen Desinfectionsversuches nach der erwähnten Methode gestaltet sich folgendermaassen: Die als Testobject dienenden Sporen oder vegetativen Formen werden in dichter wässeriger Suspension (letztere eventuell als Bouillonculturen) verwendet, vorher durch Filtriren von gröberen Partikeln befreit und dann mit dem Desinfectionsmittel in solcher Concentration und Menge vermischt, dass der gewünschte Gehalt an dem letzteren erzielt wird (meist das gleiche Volum des doppelt

concentrirten Desinfectionsmittels). Im Verlauf des Versuches werden zu entsprechenden Zeiten (bei kurz dauernden Versuchen minuten-, selbst 10 secundenweise) Proben mittels Platinöse entnommen und in Bouillonröhrchen übertragen. Von diesen Bouillonabimpfungen (I. Verdünnung) werden in neue Bouillonröhrchen nach gründlicher Mischung 6 Oesen übertragen (II. Verdünnung). Es ist zweckmässig, zu Beginn des Versuches sich durch Anlegung von 2 Verdünnungen in der geschilderten Weise davon zu überzeugen, dass die Anzahl der Keime in der Suspension eine genügende war, und nur jene Versuche als gelungen zu betrachten, bei welchen zu Anfang sowohl in der I. als in der II. Verdünnung Wachsthum eingetreten ist. Die Bouillonröhrchen kommen nach Schluss des Versuches in den Thermostaten bei 37° C., werden durch 8 bis 10 Tage lang beobachtet und täglich die eingetretenen Veränderungen notirt. Die specielle Bedingung, dass meine Versuche bei bestimmten Temperaturen angestellt werden sollten, machte die Anwendung eines entsprechend erwärmten Wasserbades nothwendig, in welches die mit dem Desinfectionsmittel gemischten Proben in Erlenmeyerkölbchen oder weiten Eprouvetten bei Verschluss mit Gummipfropfen eingesenkt werden. Meist wurde dabei die nur wenige Minuten betragende Anwärmungszeit vernachlässigt; ebenso konnte jene Ungenauigkeit unbeachtet bleiben, welche dadurch entsteht, dass die Temperatur im Innern der Eprouvette etwas niedriger bleibt, als im Wasserbade; ein für allemal sei vorausgeschickt, dass die später angegebenen Temperaturen stets die des Wasserbades sind.

Da ich beabsichtige, im Folgenden über die Resultate der auf diese Weise angestellten Versuche mit einigen häufig gebrauchten Desinfectionsmitteln ganz kurz in Tabellenform zu berichten, sei es gestattet, einige Bemerkungen über die Genauigkeit, mit welcher die beschriebene Methode die Abtödtungszeit angibt, sowie über den Verlauf der Desinfection, wie er sich in den entnommenen Proben äussert, beizufügen.

Im Vorhinein kann bemerkt werden, dass sich Schwierigkeiten nur da ergeben, wo zu befürchten ist, dass das mit der Suspension in die Bouillon übertragene Desinfectionsmittel störend

wirkt, und auch hier nur dann, wenn der Keimgehalt der Suspension schon ziemlich gering ist.

Was nun die Genauigkeit der angewendeten Methode anbelangt, so kann ein Rechnungsbeispiel, welches annähernd den bei meinen Versuchen eingehaltenen Bedingungen entspricht, eine Vorstellung davon geben. Wenn man aus 10 ccm des ursprünglichen Gemisches (Suspension + Desinfectionsmittel) mittels einer grossen Oese 20 cmm in ein Röhrchen mit 10 ccm Bouillon überträgt (I. Verdünnung), so kommt in das letztere $^1/_{500}$ der ursprünglichen Mischung; legt man aus der I. Verdünnung durch Uebertragen von 6 Oesen die II. an, so kommt in dieselbe ca. $^1/_{80}$ der I. Verdünnung oder $^1/_{40000}$ des ursprünglichen Gemisches. Wenn also in die I. und II. Verdünnung mit Sicherheit mindestens ein lebender Keim hineingelangen soll, so muss das Originalgemisch (gleichmässige Vertheilung vorausgesetzt) mindestens 40 000 lebende Keime in 10 ccm enthalten. Soll die I. Verdünnung sicher inficirt werden, so müssen mindestens 500 lebende Keime im Originalgemisch enthalten sein. Bleibt die II. Verdünnung steril, so ist der Keimgehalt unter 40 000, bleibt auch die I. steril, so ist er unter 500 gesunken. Da man annehmen kann, dass bei Verwendung dicht getrübter Suspensionen der ursprüngliche Keimgehalt nach Tausenden von Millionen zählt, so kann ein Gehalt von 500 Keimen, die sich dem Nachweise entziehen können, wohl vernachlässigt werden. Man könnte übrigens die Empfindlichkeit der Probe noch steigern, wenn man gleichzeitig stets mehrere Abimpfungen in Bouillon machen würde; ein derartiges Verfahren würde jedoch den ohnedies grossen Bouillonverbrauch in's Ungemessene steigern und die praktische Durchführbarkeit eines solchen Desinfectionsversuches in Frage stellen. Ich glaube daher, dass man sich vorläufig damit begnügen kann, dass es bei dem beschriebenen Uebertragungsmodus möglich ist, das Absinken des Gehaltes an lebenden Keimen von vielen Millionen bis auf wenige Hunderte zu verfolgen, vorausgesetzt, dass beide Verdünnungen Wachstum zeigen.

Aus dem Verhalten der zu verschiedenen Zeiten abgenommenen Proben lässt sich auch der Verlauf des Desinfectionsvorganges

verfolgen. Als Beispiel diene die Wirkung von 3% Schwefelsäure auf Milzbrandsporen bei 55° C

Zeiten:	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	8^h
I. Verdünnung	+	+*	+*	+*	.	+*	—	—
II. Verdünnung	+*	+*	+*	—	.	—	—	—

Erklärung der Zeichen: + bedeutet Wachsthum; +* verspätetes Wachsthum; — Probe bleibt steril.

Ein Blick auf die vorstehende kleine Tabelle zeigt, dass schon verhältnismässig früh eine Schädigung der Keime eintritt, welche sich durch verspätetes Auswachsen derselben verräth. Nach 3 Stunden ist der Keimgehalt (unter Zugrundelegung der früher erörterten Zahlen) noch über 40000 in 10 ccm. Das zweite Stadium (Sterilbleiben der II. Verdünnungen, Keimgehalt zwischen 40000 und 500) dauert gleichfalls 3 Stunden. Es ist dies eine sehr beachtenswerthe Erscheinung. Erstens lässt sich daraus entnehmen, dass thatsächlich in der Resistenz der Sporen grosse Unterschiede bestehen müssen und zweitens ist die Thatsache, dass das II Stadium des Desinfectionsverlaufes stundenlang andauern kann, deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil dieselbe zeigt, dass man die Abtödtungszeit viel zu kurz finden kann, wenn in den Röhrchen der I. Verdünnung durch das mitübertragene Desinfectionsmittel Entwickelungshemmung bewirkt wird und man sein Urtheil nur auf die Röhrchen II. Verdünnung stützen kann.

Was den letztgenannten Fall anbelangt, so muss ich meine diesbezüglichen Erfahrungen kurz anführen, weil Hammer[1]) bei der Besprechung von Prof. Gruber's Methodik bemerkt, dass er nie beobachtet habe, dass in den II. Verdünnungen Wachstum eingetreten wäre, in den ersten aber nicht. Bei der von mir benützten Versuchsanordnung ist diese Erscheinung gar nicht so selten, und zwar gerade bei wichtigen Desinfectionsmitteln zu beobachten gewesen (Creolin, Lysol, Kresolschmierseifen, bei Pyoktanin u. s. w.). Als Beispiel sei ein Versuch über das Verhalten von 10% Pearson-schem Creolin gegen Milzbrandsporen bei 55° angeführt.

1) Hammer, Archiv f. Hyg. Bd. XIV. S. 125.

Zeiten:	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
I. Verdünnung	—	—	—	.	—	—	—	—
II. Verdünnung	+	+	+	.	+*	+*	+*	+*

Ueberdiess trat wiederholt der Fall ein, dass zwar anfangs in beiden Verdünnungen Wachsthum sich zeigte, nach einer gewissen Zeit aber nur mehr in den II. Verdünnungen. Dieses auffallende Verhalten erklärt sich aus der von Geppert zuerst nachgewiesenen gesteigerten Empfindlichkeit der schon eine Zeitlang der Desinfection unterworfenen, aber nicht abgetödteten Sporen gegen entwickelungshemmende Einflüsse. Die Voraussetzung, dass jene Concentration, welche Entwickelungshemmung bewirkt, während der ganzen Dauer des Versuches die gleiche bleibe, ist eben nicht zutreffend und darum halte ich auch die jüngst wieder von Hammer angewendete Controle, dass man zu Beginn des Versuches je eine Oese der Bacteriensuspension und des Desinfectionsmittels in Bouillon überträgt, um zu sehen, ob Entwickelungshemmung eintritt, für ganz werthlos.

Ein Beispiel der eben geschilderten Verhältnisse liefert das Verhalten des Solutol gegen Milzbrandsporen bei 55° C.

33(Vol.)% Solutol = 20% Kresol, 55° C.

Zeiten:	2'	5'	10'	20'	30'	40'	1h
I. Verdünnung	+	+	—	—	—	—	—
II. Verdünnung	+	+	+	+	—	—	—

Auch in diesem Falle kommt es schliesslich darauf hinaus, dass die I. Verdünnungen steril bleiben, während die II. noch Wachsthum zeigen. Für alle derartigen Fälle ist zweifellos die Anlegung II. Verdünnungen ein gar nicht zu unterschätzendes Mittel, um sich zu überzeugen, ob nicht bloss Entwickelungshemmung in den I. Verdünnungen die Ursache des Sterilbleibens ist. Allerdings wird im Falle, dass bloss die II. Verdünnungen

zur Feststellung der Desinfectionszeit verwendet werden können, die Bestimmung derselben (entsprechend dem früher ausgeführten) unsicherer, indem schon etwa 40 000 lebende Keime dem Nachweise entgehen können. Ich habe daher auf Anrathen Professor Gruber's einige Versuche angestellt, in denen die Abimpfung einerseits nach der beschriebenen Methode der II. Verdünnungen, andernteils aber bloss durch Uebertragen in Kölbchen mit 50 ccm Bouillon ohne II. Verdünnungen vorgenommen wurde. Die Resultate waren folgende:

I. 10% Kresolschmierseife = 5% Kresol, 55° C.

Zeiten:	10′	20′	30′	45′	1h	1¼h	1½h	1¾h	2h	2¼h	2½h
I. Verdünnung	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II. Verdünnung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kölbchen	nicht ausgesät				+	+	—	+	—	+	—

II. 8,35% Kresolschmierseife = 5% Kresol, 55° C.

Zeiten:	10′	20′	30′	40′	50′	60′
I. Verdünnung	—	—	—	—	—	—
II. Verdünnung	+	+	—	—	—	—
Kölbchen	+	+	+	—	—	—

III. 10% Kresolschmierseife = 5% Kresol, 55° C.

Zeichen:	½h	1h	1½h	2h	2¼h	2½h	2¾h	3h
I. Verdünnung	+	+	—	+	—	—	—	—
II. Verdünnung	+	—	—	—	—	—	—	—
Kölbchen	+	+	+	+	+	+	—	—

Aus diesen 3 Versuchen ergibt sich in der That, dass in jenen Fällen, wo in den ersten Verdünnungen (sei es gleich von Anfang an [V. II] oder erst im Laufe des Versuches [I. III]) Entwickelungshemmung eintritt, mittels der Abimpfung in Kölbchen stets längere Zeit erhalten werden, als durch die Verdünnungsmethode.

Auf Grund der angeführten Erfahrungen möchte ich mein Urtheil dahin zusammenfassen:

Bei vielen Mitteln tritt eine Schädigung durch das mitübertragene Desinfectionsmittel in der Bouillon nicht nachweisbar auf; in gar nicht seltenen Fällen ist dies jedoch zu beobachten und hier ist die Methode der Anlegung von zwei Verdünnungen sehr werthvoll zur Erkennung, dass nicht Abtödtung, sondern bloss Entwickelungshemmung vorliegt. Sie reicht ferner vollständig aus, so lange der Gehalt der zu prüfenden Suspension an lebenden Keimen noch gross ist, und ist daher vorzüglich geeignet, die Unwirksamkeit nebst stark entwicklungshemmender Mittel nachzuweisen. Wo es jedoch auf genaue Bestimmung der Abtödtungszeit ankommt, hielte ich es für vortheilhaft, die Abimpfung in Kölbchen mit 50 ccm Buillon vorzunehmen, wenn sich bei der Methode der Verdünnungen Entwickelungshemmung in den I. Röhrchen gezeigt hat. Principiell ist dies nichts anderes, als das schon längst geübte einfache Abimpfen in Eprouvetten; die bedeutend grössere Menge Bouillon gewährt jedoch grössere Sicherheit, dass das mitübertragene Desinfectionsmittel keine Entwickelungshemmung hervorrufen kann. Ueberdies ist die Empfindlichkeit dieser Probe auch bei Anwendung einer ganz kleinen Oese immer noch grösser, als die der Verdünnungsmethode, wenn blos die II. Verdünnungen Wachstum zeigen. Würde man eine Oese von blos 2 cmm Fassungsraum verwenden, so wäre die Grenze des sicheren Nachweises bei 5000 lebenden Keimen gegenüber 40000 beim Verdünnungsverfahren.

Schliesslich sei noch darauf verwiesen, dass man in einer Reihe von Fällen im Stande ist, das Desinfectionsmittel in unwirksame Verbindungen überzuführen; ein derartiges Vorgehen erleichtert natürlich ausserordentlich den Nachweis noch vorhandener lebender Keime, und wo es möglich ist, wird man

davon Gebrauch machen. Näheres hierüber soll im speciellen Theile gebracht werden.

Das bisher Angeführte dürfte genügen, um ein Urtheil über die zu den Versuchen verwendete Methode zu gestatten; bevor über die Resultate selbst berichtet werden kann, ist es nöthig, noch einiges über die dabei benützten Milzbrandsporen zu bemerken.

Zu einer grossen Zahl von Versuchen (unter Anderem zu sämmtlichen in meiner vorläufigen Mittheilung angeführten) verwendete ich eine Milzbrandsorte, welche im Wiener hygieinischen Institute in Sporenform vorhanden war; und zwar diente anfangs meist ein Fleischextractagar mit 1% Pepton, auf dem dieselben sehr gut versporten, als Nährboden. Da mich die Resistenz der Sporen, wie sofort ausgeführt werden soll, nicht völlig befriedigte, versuchte ich später verschiedene andere feste Nährböden und wurde dabei durch eine Bemerkung Koch's über das vorzügliche Wachstum der Milzbrandbacillen auf einem Gemisch von Weizen und Wasser veranlasst, mir ein Weizenextractagar anzufertigen, welches in Bezug auf die Raschheit und Reichlichkeit der Versporung der Milzbrandbacillen nichts zu wünschen übrig liess. Allerdings war — entsprechend der raschen Sporenbildung das Wachsthum auf demselben kein sehr üppiges, in manchen Fällen sogar spärlich (500 g Weizengries wurden mit 1 l Wasser 12—24^h lang mazerirt, filtrirt, das Filtrat mit $1^3/_4$% Agar versetzt und neutralisirt). Bei versuchsweisem Zusatz von $^1/_2$% Pepton wurde zwar ein reichlicheres Wachsthum erzielt, aber die Sporenbildung war etwas verzögert, trat jedoch schliesslich auch sehr reichlich ein.

Die Resistenz der oben erwähnten Milzbrandsporen gegen Carbolsäure war in den vielen Versuchen, welche angestellt wurden, eine sehr zufriedenstellende. In 5% Carbolsäure bei Zimmertemperatur war nach 30—40 Tagen (d. h. so lange überhaupt die Beobachtung dauerte) stets noch Lebensfähigkeit derselben zu constatiren. Minder befriedigend waren die Resultate bei Prüfung im Wasserdampf; die (meist an Filtrirpapier

angetrockneten) Sporen waren bestenfalls noch nach 3 Minuten am Leben, nach 5 Minuten stets abgetödtet; eine Reihe von Milzbrandsorten, welche mir von den Herren Professoren Czokor, Paltauf, Weichselbaum zur Disposition gestellt wurde, lieferte noch weniger resistente Sporen; ebenso waren wiederholte Anfragen an auswärtigen Instituten nicht von dem Erfolg gekrönt, dass ich eine Milzbrandsorte erhalten hätte, welche wie die Behring's 10—12 Minuten strömenden Wasserdampf ertragen hätte; einzig eine Cultur, welche mir Herr Professor C. Fränkel in Marburg zu übersenden die Güte hatte, lieferte Sporen, welche meist 5 Min. (in einer Generation sogar 7 Min.) Wasserdampf aushielten. Nachdem diese Cultur, für deren Uebersendung ich Herrn Professor Fränkel hiemit meinen geziemenden Dank ausspreche, die beste war, deren ich habhaft werden konnte, stellte ich den Rest meiner Versuche mit derselben (Culturen auf Weizenagar) an; indem ich bedauere, dass es mir nicht möglich war, mit einer Milzbrandsorte von hervorragender Resistenz der Sporen gegen Wasserdampf zu arbeiten, und die glücklichen Besitzer solcher ersuche, meine Versuche wenigstens in einzelnen wichtigen Punkten damit zu controliren, glaube ich das Vorkommen solcher ausserordentlich resistenter Sporen, das von vornherein nicht zu bezweifeln ist, immerhin für ein sehr seltenes Ereignis halten zu können. Nicht blos meine eigenen vergeblichen Bemühungen sprechen dafür; auch v. Esmarch[1]) betont, dass unter den von ihm geprüften Sporensorten ein grosser Theil nach 3 Minuten, weit über die Hälfte nach 5 Minuten dauernder Wirkung des Wasserdampfes zu Grunde ging. Auffallend genug ist auch die Incongruenz im Verhalten gegen Carbolsäure und gegen Wasserdampf, indem man aus einem resistenten Verhalten gegen Carbolsäure nicht ohne Weiters auf ein ebensolches gegen Wasserdampf schliessen darf. Auch in den Versuchen v. Esmarch's besteht eine solche Incongruenz, aber in umgekehrtem Sinne, indem es bei ihm vorkommt, dass Sporen, welche 7 Minuten strömenden Dampf aushielten, in 5% Carbolsäure schon nach 2 Tagen abstarben.

1) v. Esmasch. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. V. S. 68.

Jedoch dürften v. Esmarch's Versuche mit Carbolsäure wegen der von ihm angewendeten Methode eine zu geringe Lebensdauer der Sporen angegeben haben.

Dem Verhalten gegen Wasserdampf können einige Angaben über das Verhalten der Sporen in heissem Wasser angeschlossen werden, die bei der Prüfung nach Geppert's[1]) Methode ermittelt wurden. Es zeigte sich hiebei, dass die Herstellung ganz gleichmässiger Versuchsbedingungen bei Geppert's Verfahren sehr schwer ist. Als ich bei den ersten Versuchen ein kleines Blechgefäss durch einen Bunsenbrenner erhitzte und die Milzbrandsporensuspension in dem von Geppert angegebenen Verhältnisse in das siedende Wasser gab, bekam ich einzelne Colonien bis zu 10 Minuten ein viel zu günstiges, offenbar falsches Resultat, das sich nur daraus erklären lässt, dass Theile der Flüssigkeit (wahrscheinlich an der Wand des Gefässes) die Siedetemperatur nicht erreicht hatten, obgleich das Wasser, eine ganz kurze Zeit nach dem Zusatze der Suspension ausgenommen, stets im Sieden war. In den weiteren Versuchen wurde dieser Fehler vermieden, indem statt eines Bunsenbrenners ein starker Gasofen (Fletcherofen) als Wärmequelle diente; die Proben wurden mit langstieligen, sterilisirten Löffeln entnommen, mit Agar vermischt und ausgesät. Jetzt war das Resultat so, dass sowohl das Absterben der Sporen im Ganzen viel rascher vor sich ging und dass auch die Zahl der noch übrig bleibenden, vereinzelten Colonien eine verschwindende wurde.

	Anzahl der Colonien nach J. Kochen	
	Wiener Sporen	Fränkel Sporen
½′	nicht ausgesät	mehrere 1000 Colonien
1′	mehrere 100	ca. 10
2′	steril	steril
3′	2 Milzbrand-Colonien	steril
4′ u. weiter	steril	steril

2) Geppert, Berl. klin. Wochenschr. 1890. S. 246.

Diese Versuche zeigen in Uebereinstimmung mit Koch's Angaben, dass das siedende Wasser die Milzbrandsporen nach 2 Minuten abtödtet, wenn man von den 2 versprengten Colonien absieht, welche aus den Wiener Sporen noch nach 3 Minuten erhalten wurden. Von vornherein widerspricht nichts der Annahme, dass vereinzelte Sporen von besonderer Resistenz vorkommen können. In diesem speciellen Falle glaube ich jedoch eher an eine Mangelhaftigkeit der Versuchsbedingungen denken zu sollen, welche es mit sich brachte, dass diese 2 Sporen der Abtödtung entgingen. Man muss ja gerade nach Geppert's Ausführungen annehmen, dass die Abtödtung der Sporen in siedendem Wasser leichter (und folglich auch schneller) erfolgt, als im Wasserdampf und thatsächlich waren die Sporen der Fränkel'schen Cultur, welche 5 Minuten Wasserdampf aushielten, in 2 Minuten durch siedendes Wasser getödtet Die Wiener Sporen hielten nach dem Ergebnisse dieser Versuche sowohl im Dampf als im Wasser 3 Minuten aus; ein Resultat, welches wie bereits erwähnt, einen Versuchsfehler wahrscheinlich macht.

Geppert gibt bei seinen Versuchen leider nicht an, wie sich seine Sporen im Wasserdampf verhielten; zur Beurtheilung seiner Methode wäre ein solcher Vergleich sehr erwünscht. Dass sich gröbere Unterschiede der Resistenz mittels derselben nachweisen lassen, ist nicht zu bezweifeln; geringere Unterschiede dürften jedoch schwer zu erkennen sein, weil die ganze Prozedur, wenn richtig ausgeführt, so rasch verläuft, dass nur ein sehr geringer Spielraum bleibt, innerhalb dessen die Differenzen sich äussern können. Das von Geppert betonte Auftreten einzelner Colonien noch nach 5 Minuten Aufenthalt in siedendem Wasser dürfte auf Versuchsfehler zurückzuführen sein[1]).

1) In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit Buttersack's (Arbeit. Kais. Ges.-Amt. VIII. Bd. S. 357) findet sich die überraschende Angabe, dass Milzbrandsporen gegen kochendes Wasser bedeutend widerstandsfähiger sind, als gegen Wasserdampf. Sporen, welche im Dampftopf binnen ½ Minute abgestorben waren, hielten kochendes Wasser 8 Minuten lang aus. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass nicht — wie Buttersack meint — der verschiedene Aggregatzustand des Wassers, sondern irgend eine Mangelhaftigkeit der nicht näher beschriebenen Versuchsanordnung dieses Resultat veranlasst hat.

Mit Rücksicht darauf, dass meine Versuche mit Desinfectionsmitteln bei höheren Temperaturen stattfinden sollten, war es von Wichtigkeit, das Verhalten der Sporen in Wasser von höheren Temperaturen zu prüfen.

Resistenz der Milzbrandsporen gegen heisses Wasser.

r	Wiener Sporen	Fränkel-Sporen
75°	7h + 8h —	7h +; 8h +*; 9h —
85°	35′ +; 45′ —	30′ +; 40′ —
95°	15′ — *)	5′ +; 10′

*) Keine früheren Proben entnommen.

Perroncito[1]) gibt für naheliegende Temperaturen noch kürzere Zeiten an, nämlich

bei 80—90° Abtödtung binnen 12 Minuten,
„ 93° „ „ 5 „

Für die Beurtheilung der Versuche mit Desinfectionsmitteln sind diese Resultate von Wichtigkeit; sie zeigen, dass Wasser von 75° noch stundenlang ertragen wird, ohne eine Schädigung zu bewirken; dagegen darf nicht übersehen werden, dass Wasser von 85° allein schon in kurzer Zeit schädigend auf die Milzbrandsporen einwirkt.

Versuchs-Resultate.

Nach diesen einleitenden Mittheilungen über die verwendete Methode der Untersuchung und die Testobjecte derselben können die Resultate meiner Versuche folgen. Dieselben sind nach Gruppen in Tabellen vereinigt, zu deren Erklärung vorausgeschickt sei, dass jede Abtheilung der Tabellen das Resultat eines Versuches darstellt, ausgedrückt durch die letzte Probe, welche noch Wachsthum zeigte und die erste darauffolgende steril gebliebene (+ = Wachsthum, — = steril). Wo nur ein Zeichen angegeben ist, war entweder gleich die erste entnommene Probe steril geblieben, oder es trat auch in der letzten Probe noch Wachsthum ein.

1) Perroncito. Archiv. ital. de biologie 1883. Ref. in Uffelmann's Jahresbericht f. 1883.

Metallsalze.

τ	1°/oo Sublimat	1°/o Silbernitrat	5°/o Chlorzink	5°/o Kupfervitriol
Zimmertemperatur	72h +	54h +	—	—
55°	2h +	2h +	2 1/2h +	6 1/2h +

Für zwei der verwendeten Substanzen, Chlorzink und Kupfervitriol hat schon Koch in seiner Arbeit »über Desinfection« nachgewiesen, dass dieselben bei tagelanger Einwirkung (30 Tage bei Chlorzink, 10 Tage bei Kupfervitriol) nicht im Stande sind, Milzbrandsporen abzutödten. Für das Silbernitrat liegen Angaben Behring's[1]) vor, nach welchen dieser Substanz ein verhältnissmässig hoher antiseptischer Werth zukommen soll. Nach dessen Versuchen bewirkt Silbernitrat in Blutserum bei Brüttemperatur in Verdünnung von ca. 1 : 53 000 Entwickelungshemmung und in Verdünnung von 1 : 8 000 Abtödtung nach 70 Stunden[2]). An anderer Stelle theilt derselbe mit, dass vollvirulente Milzbrandsporen (nach Dr. C. Fränkel) durch 1 % $AgNO_3$ in 15 Min. mit Sicherheit abgetödtet wurden. Fränkel selbst gibt an, dass die von ihm zu seinen Versuchen über die Wirksamkeit der Kresole verwendeten gegen Carbolsäure »äusserst widerständigen« (d. h. nach mehr als 40 Tagen in 5 % Carbolsäure noch nicht abgetödteten) Sporen in 1 % argent. nitric nach 30 Min. abgetödtet waren. Auch in seiner oben erwähnten Schrift »über Desinfection u. s. w.« erwähnt Behring neuerdings, dass von allen Metallsalzen nur das Silbernitrat eine annähernd gleiche Leistungsfähigkeit hat, wie Sublimat.

Auf die ausgedehnte Literatur über die Wirksamkeit des zuletzt genannten Stoffes kann hier nicht näher eingegangen werden; eine Verfolgung aller einzelnen Stationen auf dem weiten Wege von den ersten Angaben Koch's bis zu den Mittheilungen Geppert's[3]) würde zu weit führen. Es sei nur erwähnt, dass

1) Behring. Deutsche med. Wockenschrift 1887, S. 806.

2) Die von Behring angegebenen Zahlen 1 : 80000, resp. 1 : 17000 bedeuten den Gehalt der Lösungen an reinem Silber.

3) Geppert. Deutsche med. Wochenschrift 1891. Nr. 37.

man nach den sorgfältigen Versuchen des letzteren Forschers gegenwärtig zur Erkenntnis gelangt ist, dass man bei geeigneter Entgiftung der Sporen bis zum dritten Tage aus 1 ‰ Sublimat noch Culturen erhalten kann, und dass derselbe Forscher sich äussert, gegenwärtig könne Niemand sagen, wann eigentlich eine Spore durch Sublimat abgetödtet sei, weil möglicherweise noch günstigere Bedingungen der Umwandlung des Sublimats in eine unschädliche Verbindung gefunden werden könnten, welche die Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Sublimat neuerdings grösser erscheinen lassen könnten.

Meine eigenen Versuche bestätigen zunächst durchaus Geppert's oben erwähnte Angaben. Bezüglich der Ausführung derselben sei zunächst erwähnt, dass zur Ausfällung des Sublimats eine Lösung von Schwefelkalium (nach Geppert's Vorschrift bereitet) in Verwendung kam. Der Umstand jedoch, dass Bouillon als Nährboden diente, machte eine kleine Abänderung des Verfahrens nothwendig. Geppert hatte bei seinen Versuchen 0,8 ccm des Desinfectionsgemisches mit steigenden Mengen von Schwefelkalium versetzt und die ganze Menge in Agar ausgesät. So grosse Mengen in Bouillon zu übertragen ist nicht räthlich, weil zu befürchten ist, dass durch das mitübertragene Schwefelkalium Entwickelungshemmung bewirkt wird. Wenn ich jedoch in gewohnter Weise mit der Oese von der entgifteten Desinfectionsflüssigkeit auf Bouillon abimpfte, bekam ich keine Culturen, wohl desshalb, weil nur eine geringe Zahl von Sporen die ganze Prozedur überlebt. Dagegen gelang es die letzteren nachzuweisen, wenn ich etwa ¼ Stunde nach dem Zusatze des Schwefelkaliums einige Tropfen einer 1%igen Silbernitratlösung zusetzte. Der dabei entstehende Niederschlag ballt sich gut zusammen und conzentrirt, indem er die in der Flüssigkeit suspendirten Sporen einschliesst, dieselben auf ein kleines Volum. Der Niederschlag wurde wiederholt mit sterilem Wasser gewaschen und schliesslich grössere Klümpchen desselben in Kölbchen mit 50 ccm Bouillon übertragen. Auf diese Weise habe ich, wie in der Tabelle ersichtlich, noch nach 72 Stunden Culturen aus der 1 ‰ Sublimatlösung erhalten; der Versuch wurde nicht fortgesetzt, es ist aber

ganz wohl möglich, dass es noch weiter gelungen wäre, lebende Sporen nachzuweisen. —

Durch Erwärmen auf 55° wurde bei Einhaltung derselben Versuchsanordnung in 2 Stunden kein Erfolg erzielt.

Die Wirksamkeit des Silbernitrats stellt sich nach meinen Versuchen viel geringer heraus, als man nach Behring's Angaben vermuthen konnte. Da eine 1 % Lösung desselben noch nach 54 Stunden keine Abtödtung der Milzbrandsporen bewirkt hatte, kann man demselben eine nennenswerthe Einwirkung auf die Sporen überhaupt nicht zuschreiben.[1])

Durch Erwärmen auf 55° wurde hier ebensowenig, wie beim Sublimat und (wie gleich angeschlossen werden kann) bei Kupfervitriol und Chlorzink ein rascher Erfolg erzielt. Beim Silbernitrat und bei Kupfervitriol wurde vor dem Abimpfen auf Bouillon Ausfällung mit Schwefelkalium vorgenommen. Da sich hiebei zeigte, dass Schwefelsilber und Schwefelkupfer die Entwickelung der Milzbrandsporen nicht hemmen, was namentlich schön an den Klümpchen von Schwefelsilber zu sehen war, die sich ganz in ein Geflecht von Milzbrandfäden einhüllten, konnte ich den Versuch unternehmen, Silbernitrat in der oben erwähnten Weise bei den Sublimatversuchen zu verwenden.

Carbolsäure.

Ueber das Verhalten der Carbolsäure liegen bereits Angaben vor; wenngleich nicht streng hieher gehörig seien die Versuche Koch's mit Carboldämpfen von höherer Temperatur erwähnt, welche zwar nach der praktischen Seite hin negativ ausfielen,

1) Die verhältnismässig günstigen Ergebnisse der Versuche Behring's, Jerosch's u. A. lassen sich wohl daraus erklären, dass man bis vor Kurzem noch nicht im Stande war, die Metallsalze auf eine so vollkommene Weise, wie dies heute durch Schwefelammon und Schwefelkalicum möglich ist, unwirksam zu machen.

In einer während des Druckes dieser Arbeit erschienenen Mittheilung Savor's über das Silbernitrat als Desinfectionsmittel (Wiener klin. Wochenschrift 1892, S. 575) wird angegeben, dass Milzbrandsporen durch 1% Argent. nitric. binnen 15 Min. abgetödtet werden. Da die Versuche Savor's ohne Verwendung eines Ausfällungsmittels angestellt wurden, kann diese Angabe ebensowenig Beweiskraft beanspruchen, als die früher erwähnten älteren Angaben.

aber doch die wichtige Thatsache feststellten, dass die Erhöhung der Temperatur der Dämpfe (auf 55° — 75°) eine sehr bedeutende Steigerung der Wirksamkeit hervorruft. Koch knüpfte an seine Versuche die Bemerkung, dass Combinationen von Carbolsäure und feuchter Hitze energisch desinficirende Wirkungen versprechen.

Ueber die Wirkung wässriger Lösungen von Carbolsäure bei 37,5° C. ermittelte Nocht[1]) folgendes.

5 %	Carbolsäure von 37,5° C.	Abtödtung nach	3	Stunden
4 %	,, ,, ,, ,,	,, ,,	4	,,
3 %	,, ,, ,, ,,	,, ,,	24	,,
2 %	,, ,, ,, ,,	Keine Abtödtung.		

Pane[2]) gibt auf Grund seiner Versuche an, dass 5% Carbolsäure von 37 ° C. Milzbrandsporen in 2, resp. 3 Stunden abgetödtet hatte, welche bei 16 bis 18° C. erst nach 5, resp. 7 Tagen zu Grunde gingen, während sie bei 7 bis 10° C. noch nach 10 Tagen lebend waren. Versuche mit Sporen von so geringer Resistenz gegen Carbolsäure von Zimmertemperatur können wohl nicht als einwandfrei bezeichnet werden; insoferne jedoch Pane daraus einen Schluss auf die Steigerung der Wirksamkeit der Carbolsäure bei höherer Temperatur zog, wird man ihm (da es sich in diesem Falle bloss um relative Grössen handelt) beistimmen können.

Ueber meine eigenen Versuche gibt die folgende Tabelle Aufschluss

Carbolsäure.

τ	5%			3%			1%		
Zimmertemperatur	30—40 Tage			—	—	—	—	—	—
40° C.	3h +	4h —	—	—	—	—	—	—	—
55° C.	1h + 2h —	1/2h + * 3/4h —	3/4h + 1h —	7h +	—	—	8h +	—	—
75° C.	1/4h —	1' + 3' —	—	1/2h —	10' + 15' —	20' +	1h + 2h —	1h + 2h —	2h +

*) In 5 Versuchen beobachtet.

1) Nocht, mitgetheilt durch Behring. Zeitschr. f. Hygiene. IX. S. 448.

2) Pane. Atti della R. Accad. Medica di Roma Anno XVI. vol. 5 Serie II.

Wie man sieht, liegen mit einer einzigen Ausnahme meiner Versuche bei weit höheren Temperaturen, als die Nocht's und Pane's. Einzig der Versuch bei 40° kommt denselben nahe genug, um einen Vergleich zu gestatten. Die ermittelte Abtödtungszeit (zwischen 3 und 4 Stunden) ist etwas höher als die von Nocht und von Pane für 37° C. ermittelten Werthe.

Ueber die Wirksamkeit der 5% Carbolsäure bei 55° hatte ich in meiner ersten Mittheilung auf Grund des in der Tabelle zuerst angeführten Versuches angegeben, dass die Abtödtungszeit 1 bis 2 Stunden betrage. Die späteren Versuche lieferten, wie die Tabelle zeigt, meist kürzere Zeiten; ich muss daher den Fall, dass unter den gegebenen Bedingungen noch nach einer Stunde keine Abtödtung erzielt wird, derzeit als Ausnahmefall hinstellen.

Auf einige Versuche mit alkalischen Carbollösungen und mit Carbolschmierseife, welche im Zusammenhange mit Versuchen an Lysol und Kresolschmierseifen angestellt wurden, werde ich an betreffender Stelle zurückkommen.

Carbolschwefelsäure.

Seit Laplace auf die hohe Desinfectionskraft der Mischungen von roher Carbolsäure und Schwefelsäure hingewiesen hat, wurden wiederholt bestätigende Angaben darüber gemacht.

C. Fränkel wurde bei seinen Versuchen mit roher Carbolschwefelsäure auf die Wirksamkeit der Kresole aufmerksam und Behring gibt genauere Daten über die günstigsten Mischungsverhältnisse der beiden Componenten dieses Desinfectionsmittels. Demnach soll sowohl bei roher wie bei reiner Carbolsäure durch eine Mischung gleicher Volumtheile (nicht wie Lapace gethan, gleicher Gewichtstheile) von Carbolsäure und Schwefelsäure das Maximum der Desinfectionskraft erreicht werden. Während nach Fränkel Mischungen von roher Carbolsäure bedeutend wirksamer waren als solche von reiner Carbolsäure bei gleichem Säurezusatz, ist nach Behring die letztere der ersteren etwas überlegen.

Eigene Versuche diesbezüglich habe ich nicht angestellt; ich befasste mich bloss mit der Wirksamkeit einer Carbolschwefelsäure, welche aus gleichen Gewichtstheilen reiner Carbolsäure und conzentrirter Schwefelsäure unter Abkühlen bereitet war, bei höheren Temperaturen. Die bei gewöhnlicher Temperatur zu beobachtende Ueberlegenheit der Carbolschwefelsäure gegenüber der Carbolsäure allein, tritt auch bei höheren Temperaturen deutlich genug hervor. (Vgl. folgende Tabelle.)

Carbolschwefelsäure.

τ	5%	3%		1%
40°	1h + 2h —	—		—
55°	1/4h + 1/2h —	3/4h + 1h —	40′ + 50′ —	7 1/2h +
75°	1′ —	5′ + 10′ —		1/4h + 1/2h —

Kresole.

Nachdem durch Fränkel[1]) zuerst die desinfizirende Kraft der Kresole festgestellt worden war, hat sich die Industrie, in deren begreiflichem Interesse es gelegen ist, diese sonst wenig verwerthbaren Rückstände der Carbolsäurefabrication nutzbar zu machen, bemüht, wirksame Präparate von günstiger Beschaffenheit für die Desinfectionspraxis herzustellen. So sind auf die ursprünglich angegebene Lösung der Kresole durch Schwefelsäure eine Reihe von Methoden gefolgt, nach welchen die Kresole in lösliche Form gebracht werden können. An sporentödtender Kraft scheint indess die Aufschliessung der Kresole durch concentrirte Schwefelsäure das Beste zu leisten, wenngleich die Angaben Fränkel's und Behring's[2]) die Wirksamkeit der Kresolschwefelsäure zu günstig darstellen. Bei Fränkel findet man, dass 4% Lösungen der 3 verschiedenen Kresolschwefelsäuren Milzbrandsporen zwischen 10 bis 20^h, 7 bis 8^h, 8 bis 10^h abtödten;

1) Fränkel. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. VI. S. 521.
2) Behring. a. a. O.

bei Behring tödtet ein Gemisch von 5% Kresol mit dem gleichen Gewicht Schwefelsäure nach 3^h, ein solches Gemisch mit dem gleichen Volum Schwefelsäure zwischen 80 bis 100 Minuten. Zahlreiche Unternehmungen Prof. Gruber's über die Wirksamkeit der Kresolschwefelsäure lassen erkennen, dass 5% Lösungen eines Gemisches von gleichen Volumtheilen Kresol und Schwefelsäure (kalt bereitet) mitunter tagelang unwirksam sind, 10% Lösungen oft nach 6^h noch unwirksam, nach 24^h allerdings meist Abtödtung bewirkt hatten. Immerhin wird man auch nach dem Ergebnisse dieser Versuche die Kresolschwefelsäure gegenüber den anderen, später zu besprechenden kresolhaltigen Präparaten in Hinsicht der Sporentödtung voranstellen dürfen. Die Erscheinung, dass Gemische gleicher Volumtheile von Kresol und Schwefelsäure besser wirken als Gemische gleicher Gewichtstheile, trat auch in Prof. Gruber's Versuchen zu Tage, wird jedoch von demselben vorläufig nicht stricte dahin ausgelegt, dass die Abtödtung in dem einen Falle wirklich früher erfolgt, als in dem anderen, da sich dieselben in Bezug auf das Entstehen von Niederschlägen beim Zusammenbringen mit der Sporensuspension verschieden verhalten, so dass es nicht ausgeschlossen ist, dass die besprochene Erscheinung auf die beobachtete Verschiedenheit der Wirkung Einfluss nimmt.

Zu meinen Versuchen diente eine kalt bereitete Mischung gleicher Gewichtstheile von reinem Kresol (Kahlbaum) und concentrirter Schwefelsäure. Die Wirksamkeit derselben zeigt folgende Tabelle:

Kresolschwefelsäure.

τ	5%	3%	1%
40°	45′ + 1h —	—	—
55°	1′ + 5′ —	10′ + 20′ —	—
75°	—	5′ + 10′ —	15′ + 20 —

Beim Vergleiche dieser Resultate mit den bei Carbolschwefelsäure erzielten ergibt sich namentlich bei mittleren Temperaturen eine grössere Energie der Wirkung bei Kresolschwefelsäure. Da jedoch die Versuche mit verschiedenen Sporen angestellt waren,

ist ein directer Vergleich nicht ohne weiters zulässig; es wurde daher zu dem in der Tabelle verzeichneten Versuche mit 3% Kresolschwefelsäure bei 55° (10 Min. + 20 Min. —) ein genau gleicher mit 3% Carbolschwefelsäure angestellt, dessen Resultat 40 Min. +, 50 Min. — war. Die Ueberlegenheit der Kresolschwefelsäure gegenüber der Carbolschwefelsäure geht daraus unzweifelhaft hervor.

Trotz ihrer energischen Wirksamkeit ist die Kresolschwefelsäure doch wegen ihrer stark sauren Eigenschaften für viele Zwecke der Praxis nicht gut verwendbar. Man hat daher nach anderen Arten die Löslichmachung des Kresols gesucht und eine in vieler Hinsicht ganz vorzügliche Methode in der Bereitung von Kresolseifelösungen gefunden (als deren Repräsentant das Lysol gelten kann), auf deren Werth auch Prof. Gruber beim Londoner hygienischen Congresse nachdrücklich hingewiesen hat. Vor den von Nocht empfohlenen Lösungen von roher Carbolsäure in Seifelösung (bei welchen Nocht auch eine ausgiebige Steigerung der Wirksamkeit in der Wärme constatirte) haben Kresolseifelösungen den Vorzug grösserer Constanz in der Zusammensetzung.

Hueppe[1]) und Hammer[2]), der im Wesentlichen Hueppe's Gedankengang wiederholt, machen gegen die allgemeine Verwendung der Kresolseifenlösungen einige Einwände. Zunächst wird betont, dass die seifigen Eigenschaften dieser Flüssigkeiten in manchen Fällen unangenehm seien und ein weiterer Einwand richtet sich gegen die angeblich alkalische Reaction des Lysols.

Hueppe führt in seiner Kritik der Kresolseifenlösungen insbesondere aus, dass es unsinnig sei, fortwährend zu reinigen, auch wo das nicht nothwendig sei; man solle im gegebenen Falle erst das Gesichtsfeld reinigen und dann das Desinfectionsmittel in möglichst einfacher Form anwenden. Es muss jedoch fraglich erscheinen, ob sich in praxi die Grenze überhaupt genau feststellen lässt, wo die Reinigung aufzuhören und die Desinfection anzufangen hat. Auch wird man in vielen Fällen fragen müssen, was geschieht mit den Flüssigkeiten, die bloss zur Reinigung

1) Hüppe. Berl. klin. Wochenschrift 1891. S. 1095.
2) Hammer. Archiv f. Hyg. Bd. XII S. 359 u. XIV. S. 116.

gedient haben, weiterhin? Ist es nicht möglich, dass durch sie Krankheitskeime weiter verbreitet werden?

Was die Reaction des Lysol anbelangt, so kann hier erwähnt werden, dass Fränkel im Gegensatze zu Behring, der das Lysol »stark alkalisch« nennt, und zu Hammer, dasselbe als neutral bezeichnet. Diese widersprechenden Angaben lassen sich wohl dahin einigen, dass das Lysol zwar vermöge seines Seifegehaltes Lakmuspapier bläut, aber kein freies Alkali enthält, wie man leicht mittels Phenolphtaleïn erkennen kann.

Es gibt kein Universal-Desinfectionsmittel. Ie nach dem zu desinficirenden Objecte wird man verschiedene Wahl treffen müssen. Dass die seifenhaltigen Lösungen durch das Schlüpfrigmachen der Instrumente und die Trübung der Lösungen in starken Wässern für den Chirurgen unbequem sind, soll nicht geleugnet werden. Dagegen lässt gerade der Seifengehalt das Lysol für viele Zwecke der allgemeinen Desinfectionspraxis besonders geeignet erscheinen. Die geringen Spuren von Alkali, welche das Lysol etwa beim stärkeren Verdünnen mit Wasser frei macht, kommen hier überhaupt nicht in Betracht.

Hueppe empfiehlt zwei neue, von ihm angegebene wasserlösliche Kresolpräparate, das Solveol, eine Lösung der Kresole in kresotinsaurem Natrium, und das Solutol, eine Lösung der Kresole in Kresolnatrium. Von vorneherein ist an der desinfectorischen Wirksamkeit auch dieser Präparate proportional ihrem Kresolgehalte nicht zu zweifeln gewesen.

Allein die von Hammer mitgetheilte Wirkung des Solveol und Solutol auf sporenfreies Material ist auf den ersten Blick überraschend gross. Sie ist es jedoch nur wegen der eigenthümlichen Methode Hammers in seinen vergleichenden Tabellen bei Solveol und Solutol blos den Kresolgehalt der Lösungen, bei allen übrigen Mitteln aber den Gesammtgehalt an dem Desinfectionsmittel anzugeben. Reducirt man, wie Hammer schliesslich in einer einzigen correct angelegten Tabelle gethan hat, die Werthe der verglichenen Mittel auf gleichen Kresolgehalt, so gleichen sich die Unterschiede gegenüber Lysol und Kreolin theoretisch fast völlig aus.

Fränkel. Hyg. Rundschau. II. Jahrg. S. 26. Anmerkung.

Der Gehalt der bisher genannten Mittel an dem eigentlich wirksamen Bestandtheile, dem Kresol, ist eben sehr verschieden, und zwar folgender:

Lysol enthält ca 50% Kresole
Solveol enthält in 100 ccm 27 g Kresole[1])
Solutol „ „ 100 ccm 60,4 g Kresole[1])
Kreolin Pearson ca. 10% Kresole.

Die Angaben Hammer's über das Verhalten der Milzbrandsporen gegen Solveol und Solutol müssen überdies zweifelhaft erscheinen, da sie an Spornfäden angestellt wurden. In der That liegt bereits eine Mittheilung Emmerich's[2]) vor, welche eine weit geringere Wirksamkeit des Solveol erkennen lässt, als Hammer angab, indem Emmerich beobachtete, dass Milzbrandsporen nach 30tägigem Aufenthalt in einer Lösung von 5% reinem Kresol in kresotinsaurem Natron nicht einmal eine Abschwächung ihrer Entwickelungsfähigkeit, geschweige denn Abtödtung erkennen liessen, während Hammer mit derselben Lösung schon in acht Tagen Abtödtung erzielte.

Der Anführung meiner eigenen Versuchsergebnisse möchte ich zwei Bemerkungen vorausschicken. Für's Erste muss ich hervorheben, dass meine ersten Versuche bedeutende Schwankungen in der Wirksamkeit der Mittel zeigten, welche zum Theil darauf zurückzuführen sind, dass gerade hier häufig die ersten Verdünnungen steril blieben, so dass zur Beurtheilung der Wirksamkeit bloss die zweiten Verdünnungen zu Gebote standen, wobei entsprechend den Eingangs erörterten Verhältnissen leicht grössere Differenzen erhalten werden. Ich habe daher später für die kresolhaltigen Mittel die Abimpfung der Proben in Kölbchen mit 50 ccm Bouillon vorgezogen und ich begründe das Folgende im Wesentlichen nur auf Versuche der letztgenannten Art.

Zum Zweiten sei darauf hingewiesen, dass man nach Allem, was bisher vorliegt, dem Kresol grössere Desinfectionskraft zuschreiben muss als der Carbolsäure. Auch meine Versuche mit

1) Nach Angaben der Firma Dr. v. Heyden Nachfolger, Radebeul bei Dresden.

2) Emmerich, Münch. med. Wochenschrift 1892. S. 327.

Kresolschwefelsäure und Carbolschwefelsäure sprechen in diesem Sinne. Da die Kresole nun in reinem Wasser nicht löslich sind, ist man gezwungen, mit kresolhaltigen Mischungen zu arbeiten, welche je nach ihrer Qualität die Desinfectionskraft des Kresols besser oder weniger gut zum Ausdrucke gelangen lassen. Im Allgemeinen wird man von einer guten Aufschliessung der Kresole mindestens verlangen können, dass man beiläufig dieselben Wirkungen erzielen kann wie mit einer gleich starken Carbolsäure. Von diesem Standpunkte aus geben meine Versuche Anlass zu einigen Betrachtungen, die ich aber ausdrücklich auf die Sporenabtödtung beschränkt wissen will.

Zunächst seien einige Versuche angeführt, in welchen Kresolschmierseife-Lösungen von verschiedenem Mischungsverhältnis zwischen Kresol und Seife geprüft wurden.

Kresolschmierseife = 5% Kresol.

	1	2	3	4	5	6	7	8
t	8,35% Kresol-Schmierseife (Kresol 15, Seife 10)	7,5% Kresol-Schmierseife Kresol: Seife = 2:1	10% Kresol-Schmierseife Kresol: Seife ää	10% Kresol-Schmierseife Kresol: Seife ää	7,5% Kresol-Schmierseife Kresol: Seife = 2:1 ε	10% Kresol-Schmierseife Kresol: Seife ää ε	8,35% Kresol-Schmierseife Kresol 15, gewöhnl. Seife 10 ε	8,35% Kresol-Schmierseife Kresol 15, neutrale Seife 10 ε
55°	30′ +	45′ +	$2^1/_4$h +	2h +	20′ +	$1^1/_2$h +	10′ +	$^3/_4$h +
	45′ —	1h —	$2^1/_2$h —	$2^1/_4$h —	30′ —	$1^3/_4$h	20′ —	1h —

(Versuche 2 und 3, 5 und 6, 7 und 8 sind durch Klammern verbunden.)

Anmerkung. Die durch Klammern verbundenen Versuche sind zusammengehörige, genau vergleichende; die mit ε bezeichneten wurden bei Abimpfung in Eprouvetten, die übrigen bei Abimpfung in Kölbchen angestellt.

Ein Blick auf die vorstehende Tabelle zeigt, dass mit einem Theile der verwendeten Mischungen gute Wirkungen erzielt wurden (Versuche 1, 2, 5, 7, 8), welche dem oben gestellten Postulate entsprechen: die Abtödtungszeit schwankt um die für 5 % Carbolsäure ermittelten Werthe herum. Doch scheint es, dass diese günstige Wirkung an ein bestimmtes Verhältnis zwischen Kresol und Seife geknüpft ist; in jenen Fällen, wo

gleiche Gewichtstheile Kresol und Seife gemischt waren (Versuche 3, 4, 6), war der Effect viel weniger günstig als beim Mischungsverhältnis 2 : 1.

Die verdünnte Seifenlösung an sich hat eben den Sporen gegenüber keine Desinfectionswirkung, scheint vielmehr die Wirkung der Phenole zu schwächen.

Ein Versuch, welcher des Vergleiches halber mit 5% (reiner) Carbolsäure in 5% Seifenwasser gelöst angestellt wurde, ergab auch hier viel geringere Wirkung als bei reiner Carbolsäure von gleicher Concentration in wässriger Lösung.

Der Seifengehalt des Lysols ist nothwendig, um die Kresole in wässrige Lösung überzuführen. Man könnte aber die Wirkung des Präparates steigern, wenn man die Menge des Kresols gegenüber der Seife erhöhen würde. Die Löslichkeit würde dadurch nicht beeinträchtigt, da Seife weit mehr als ihr eigenes Gewicht Kresole in Lösung zu halten vermag. Allerdings kommt das eben Besprochene nur für die Sporentödtung in Betracht, da das Lysol gegenüber den vegetativen Formen in seiner gegenwärtigen Zusammensetzung ausreicht.

Die Wirksamkeit einer Kresolschmierseife bei 75° fand ich folgendermaassen:

Kresolschmierseife (2:1).

τ	7,5% = 5% Kresol	4,5% = 3% Kresol
75°	2' + 5' —	5' —

Die Versuche mit Lysol zeigen im Allgemeinen geringe Wirkung bei 55°. (Vgl. Tabelle.)

Lysol.

τ	10% = 5% Kresol				5%	2%
55°	1h +	3h +	4½h + 5h —	2½h + 3h —	—	—
60°	—				2h +	8h +
80°	—				3' + 5' —	¼h —

Mit Solveol und Solutol habe ich gleichfalls einige wenige Versuche angestellt; die Wirkung des Solveol bei 55° in einer Concentration von 18,5 Vol. % = 5 % Kresol, ist als zufriedenstellend zu bezeichnen, indem zwischen $^{3}/_{4}{}^{h}$ und 1^{h} Abtödtung erzielt wurde. Die Angabe Hammer's, dass 10 bis 20 % Lösungen von Rohkresol in Kresolnatrium, 55° warm, Milzbrandsporen von grösster Widerstandskraft schon nach 5 Minuten abgetödtet hatten, veranlasste mich zur Nachprüfung mit einem von der Firma Dr. v. Heyden mir bereitwilligst zur Verfügung gestellten Reinsolutol. Das Resultat war folgendes:

Reinsolutol.

τ	33 (Vol.) % = 20% Kresol	20 (Vol.) % = ca. 12% Kresol
55°	20′ +; 30′ —	30′ + 45′ —

Wie man sieht, bleibt das Resultat dieser Versuche, wenn es auch ganz befriedigend ist, doch weit hinter dem zurück, was Hammer angegeben hatte. Auch möchte ich darauf hinweisen, dass die angewendeten Concentrationen ganz ungewöhnlich grosse sind; aus Hammer's Publication ist diese Thatsache nicht mit der wünschenswerthen Klarheit zu entnehmen. Ob im übrigen zwischen Hammer's Rohsolutol und dem mir zu Gebote stehenden Reinsolutol ein so bedeutender Unterschied besteht, dass die Verschiedenheit der Versuchsresultate daraus zu erklären ist, vermag ich nicht zu entscheiden; jedoch halte ich es für wahrscheinlich, dass das so günstige Resultat Hammer's zum Theil auf Rechnung der Sporenfadenmethode zu setzen ist.

Schliesslich möchte ich noch eines Versuches Erwähnung thun, in welchem ein genauer Vergleich zwischen Lysol, Solveol und Solutol angestellt wurde. Sämmtliche Mittel kamen in Concentrationen zur Verwendung, welche 5 % Kresol entsprechen.

	Lysol	Solveol	Solutol
τ	10% = 5% Kresol	18,5 Vol. % = 5% Kresol	8,28 Vol. % = 5% Kresol
55°	$4^{1}/_{2}{}^{h}$ + 5^{h} —	$1^{1}/_{2}{}^{h}$ + 2^{h} —	$^{1}/_{2}{}^{h}$ + 1^{h} —

Bei Wiederholung des Versuches mit Solutol allein bei Probeabnahme in kürzeren Intervallen ergab sich nach $^3/_4{}^h + 1^h$ —. Nach diesen Resultaten steht das Lysol dem Solveol und insbesondere dem Solutol an Wirksamkeit gegenüber den Milzbrandsporen bedeutend nach. Da vermuthet wurde, dass möglicherweise bei dem letztgenannten Mittel für die Intensität seiner Wirkung die stark alkalische Reaction bezw. der Gehalt an Kresolnatrium in Betracht komme, liess ich mir alkalisches Lysol herstellen.

Das von der Firma Schülke und Meyer gelieferte Präparat mit einem Gehalt von 60 % Kresol, wovon 10 % als Kresolnatrium enthalten waren, zeigte in der That bedeutend stärkere, dem Solutol äquivalente Wirkung.

	Gewöhnl. (neutrales) Lysol	Alkalisches Lysol
T	10% Lysol = 5% Kresol	8,33% Lysol = 5% Kresol
55°	$2^1/_2{}^h + 3^h$ —	$^1/_2{}^h + 1^h$ —

Die alkalische Reaction hat also die Wirksamkeit des Lysol bedeutend erhöht. Dieses Resultat stimmt vollkommen überein mit dem der Versuche 7 und 8 meiner Kresolschmierseifen-Tabelle. Auch hier war jene Mischung, die mit alkalischer (gewöhnlicher) Seife bereitet war, der mit neutraler Seife bereiteten stark überlegen.

Dieses Verhalten ist auffallend und widerspricht den Erfahrungen, welche über die Wirksamkeit alkalischer Carbollösungen vorliegen. Ich konnte mich durch eigene Versuche überzeugen, das auch bei 55° eine 5 % Carbolsäure, welcher in einem Falle soviel Alkali zugesetzt war, als theoretisch nothwendig ist, um das ganze Phenol in Phenolnatrium zu verwandeln, in einem anderen Falle bloss den fünften Theil dieser Menge (5 % Phenol und 2,13, resp. 0,4 % Aetznatron) bedeutend schwächer wirkte als reine Carbolsäure derselben Concentration.

10% Creolin Pearson bei 55° war noch nach 8 Stunden unwirksam; berücksichtigt man, dass die angewendete Lösung bloss

einem Gehalte von 1 % Kresol entspricht, so wird der Misserfolg ohne Weiteres erklärlich.

Schwefelsäure.

τ	10%	5%	3%	1%		
Zimmer-temperatur	10^h +	10^h +	10^h +	7^h +		
55°	$^1/_2{}^h$ + 1^h —	2^h + 3^h —	6^h + 7^h —	—		
75°	—	—	—	1^h	$^3/_4{}^h$ +* 1^h +	50′ +* 70′ —

* Die beiden letzten Versuche wurden vergleichshalber mit Baumwollfäden angestellt.

Die Versuche lassen eine ausgiebige Steigerung der Wirksamkeit mit Erhöhung der Temperatur erkennen. Bei der geringen Bedeutung der Säuren für die Praxis der Desinfection beanspruchen die Versuche kein weiteres Interesse. Doch sei darauf verwiesen, dass die energische Wirkung der Carbolschwefelsäure und Kresolschwefelsäure nicht auf Rechnung der Schwefelsäure allein zu setzen ist.

Aetzalkalien.

Kalilauge.

τ	10%	5%				1%						
Zimmer-temperatur	—	$8^1/_2{}^h$ +		10^h +		—						
55°	1^h —	1^h —	$1^1/_2{}^h$ + 2^h —	$^1/_2{}^h$* —	$^1/_2{}^h$ +* $^3/_4{}^h$ —	—						
75°	—	10′ —* *		2′ —*		3^h +	2^h +*	3^h +*	7^h +*	5′ —°	10′ + 20′ —	2^h +°

Anmerkung. Die mit * bezeichneten Versuche sind nach der Sporenfädenmethode ausgeführt. Zu den mit ° bezeichneten Versuchen diente Kali hydr. alcoh. depurat. Die beiden letzten mit der Klammer verbundenen Versuche sind vergleichend betreffs der Verwendung von Kölbchen oder Eprouvetten zur Aufnahme der Suspension.

Natronlauge.

τ	5%	4%		2%	½%
Zimmer-temperatur	—	6h +* 22h —	2h +° 3h —	—	—
75°	2′ + 5′ —	—		5′ + 10′ —	1½h + 1¾h —

Anm. * Sporenfädenversuche. ° Natr. hydr. alcoh. depurat.

Die Wirksamkeit der Aetzalkalien auf Milzbrandsporen ist bei gewöhnlicher Temperatur gering. Behring gibt an, dass 30 % Natronlauge nach 10 Min., 4 % Natronlauge nach 45 Min. bei Zimmertemperatur abtödtet. In meinen Versuchen, von denen ein Theil vergleichshalber nach der Sporenfädenmethode ausgeführt wurde, war 5 % Kalilauge bis zu 10 Stunden, 4 % Natronlauge bis zu 6 Stunden unwirksam. Die zu diesen Versuchen verwendeten Laugen waren seit längerer Zeit im Laboratorium aufbewahrt; ihr Gehalt an Aetzalkali hatte vielleicht abgenommen; eine ganz frisch aus alkoholgereinigtem Aetznatron bereitete 4 % Lauge ergab Abtödtung zwischen 2 und 3 Stunden.

Mit der Erwärmung tritt eine sehr bedeutende Steigerung der Wirksamkeit ein, so dass 5 % Laugen bei 75° schon in ganz kurzer Zeit Abtödtung bewirken; bezüglich der schwächeren Concentrationen (½ bis 1 %) kann ich mich nur mit grosser Vorsicht äussern. Die ersten Versuche mit 1 % Kalilauge bei 75° (Fädenversuche) zeigen bis zu 7^h keine Wirkung. Spätere Versuche, welche unter Anwendung aller möglichen Cautelen angestellt wurden, ergaben viel kürzere Abtödtungszeiten, wobei ich mich jedoch des Verdachtes nicht entschlagen kann, dass irgend ein nebensächliches Moment im Spiele war, welches das Resultat beeinflusste.

Es ist wohl möglich, dass auch die Verschiedenheit der Methode an dieser Differenz zum Theil betheiligt ist. Uebrigens traten gerade bei den Versuchen mit Alkalien manche Unregelmässigkeiten auf, welche bei anderen Versuchen nicht beobachtet wurden. So kam es wiederholt vor, dass eine ganz vereinzelte Probe Wachsthum zeigte, während eine ganze Reihe früherer

Proben steril war. Derartige vereinzelte Erscheinungen konnten natürlich nicht berücksichtigt werden und sind in der Tabelle nicht verzeichnet. Man kann dafür kaum eine andere Erklärung finden, als dass einzelne Sporen eine Zeitlang dem Einflusse des Desinfectionsmittels entzogen waren und dann in die Probe hineingeriethen. Daher wurde hier mit besonderer Sorgfalt darauf geachtet, dass bei den Probeentnahmen nichts an der kälteren Wand der Eprouvette verschmiert wurde. Da bei der hohen Temperatur der Versuche die ganze Innenwand der Eprouvette von Condenswasser feucht ist, ist es überhaupt möglich, dass Sporen durch Capillarwirkung an der Wand der Eprouvette hinaufsteigen und dann in einer viel verdünnteren Lösung der Lauge sich befinden. Nach der ganzen Form des Gefässes ist eine solche Gefahr bei Erlenmeyerkölbchen weniger zu befürchten, und ein Versuch, bei welchem genau gleiche Bedingungen eingehalten wurden bis auf den Umstand, dass das Desinfectionsgemisch ein Mal in einer Eprouvette, das andere Mal in einem Kölbchen in's Wasserbad versenkt wurde, ergab eine bedeutende Differenz; ein Beweis, dass auch die Form des Gefässes für den Ausfall der Versuche nicht gleichgiltig ist. (Vgl. Tabelle.)

Zeiten:	5'	10'	20'	1h	2h	3h	4h
Suspension in Eprouvette	nicht ausgesät			+	+	—	—
Suspension in Kölbchen	+	+	—	—	—	—	—

Ich halte das Resultat der Kölbchenversuche für verlässlicher und habe mich auf Grund dieser Erfahrung veranlasst gesehen, später nur mehr Erlenmeyer-Kölbchen zur Aufnahme der Sporensuspension zu verwenden.

Unter diesen Umständen kann ich Genaues über die Wirksamkeit der schwachen Laugen bei höherer Temperatur derzeit nicht aussagen. Für praktische Zwecke glaube ich jedoch aus den grossen Schwankungen die Resultate bei geringen Aenderungen der Versuchsbedingungen entnehmen zu können, dass die

Wirksamkeit derartiger (1/2 bis 1 %) Laugen bei 75° noch keine genügend sichere ist.

Kohlensaure Alkalien.

Behring gibt an, dass auch die kohlensauren Alkalien zu sehr energischen Desinfectionsmitteln werden können, wenn wir sie bei höheren Temperaturen anwenden. Stärkere Lösungen wirken nach dessen Angaben bei Temperaturen von über 70 bis 80° schon nach wenigen Minuten abtödtend auf Milzbrandsporen und eine Waschlauge, wie sie in Berlin für die Leinenwäsche benützt wird, mit einem Gehalte von 1,4 % Soda tödtete die Sporen in folgenden Zeiten:

bei 83° manchmal nach 4 Min.,	stets nach 8—10 Min.
„ 80 - 83°	10 „
„ 77°	15 „
„ 75°	20 „
„ 70°	30—60 „

Meine diesbezüglichen Versuche besagen folgendes:

Sodalösung.

(Natr. carbon. puriss. sicc. von Trommsdorf.)

τ	10 %					5 %		2 %		
55°	8h +					—		—		
75°	1h —	1 1/2h +	2h + • 3h —	2h + • 3h —	15′ + 20′ —	3h + 4h —	2 3/4h +	1 3/4h +	6h +	1h + 2h —

Wie man sieht, differiren meine Versuchsresultate sehr bedeutend von Behring's Angaben und die meisten Versuche lassen von der behaupteten energischen Wirkung nichts erkennen. Ein einziger Versuch mit 10 % Sodalösung zeigte Abtödtung in relativ kurzer Zeit (zwischen 15 und 20 Min.); 5 % Sodalösung war noch nach 3 Stunden unwirksam; und selbst der dritte Versuch mit 2 % Sodalösung, den ich wegen seines Widerspruches mit den Versuchen an 5 % Lösung für nicht verlässlich halte, steht rücksichtlich der bei ihm ermittelten Abtödtungszeit

(zwischen 1 und 2 h) hoch über der von Behring für 1,4% Sodalösung von 75° angegebenen Abtödtungszeit von 20 Min.

Ich muss nach dem Ausfalle dieser Versuche die Wirkung der Sodalösung bei 75° noch für durchaus unsicher halten. Geht man aber, um zu einer raschen Wirksamkeit der Sodalösung zu gelangen, mit der Temperatur noch höher hinauf (über 80°), so kommt man jenen Temperaturen nahe, bei welchen das Wasser allein schon in relativ kurzer Zeit die Milzbrandsporen schädigt. Darum glaube ich auch, dass der specifische Antheil der kohlensauren Alkalien an der Wirkung beisser Sodalösungen ein relativ geringer ist, und in diesem Sinne kann ich die kohlensauren Alkalien auch bei höheren Temperaturen nicht als wirksame Desinfectionsmittel bezeichnen, wenn man auch mit genügend heissen Sodalösungen rasche Abtödtung der Sporen erzielen kann.

Versuche mit Staphylococcus pyogenes aureus.

Die Versuche über die Wirksamkeit heisser Desinfectionsmittel auf Milzbrandsporen hatten ein so günstiges Resultat ergeben, dass an der Wirkung derselben auf sporenfreie Organismen nicht zu zweifeln war. Dessenungeachtet wurden einige Versuche an Staph. pyog. aureus angestellt, hauptsächlich um zu eruiren, wie sich die Wirksamkeit schwacher Concentrationen bei mittlerer Temperatur gestaltet.

Die Versuche wurden im Allgemeinen nach den gleichen Grundsätzen angestellt wie die Sporenversuche (wässerige Aufschwemmungen von Agarculturen oder Bouillonculturen).

Von der Resistenz der Aureusculturen (frische Culturen, die in 1. oder 2. Generation von Eiter stammten) überzeugte ich mich durch Prüfung mit dem von Professor Gruber zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Kreolin. Pearson 2,5%. Daneben hielt ich es für angezeigt, auch die Resistenz gegen erhöhte Temperatur in wässeriger Aufschwemmung zu prüfen, wobei sich allerdings herausstellte, dass bei der meist eingehaltenen Versuchstemperatur von 60° in wenigen Minuten Absterben erfolgte. Die wässerige Aufschwemmung gibt nämlich, wie schon

Lübbert[1]) betonte, die günstigsten Bedingungen für die Abtödtung der Mikroorganismen. Wenn daher hier sich die Resistenz des Aureus gegen warmes Wasser verhältnismässig gering zeigte, so darf man darin keinen Widerspruch mit der bei anderen Objecten (Eiter oder getrocknete Culturmassen) beobachteten grösseren Widerstandskraft erblicken.

Aus den mit meinen Versuchen vergleichbaren Resultaten Lübbert's sei erwähnt, dass Temperaturen von 50° innerhalb einer halben Stunde die im Wasser aufgeschwemmten Culturen abtödteten. Meine Aureusculturen zeigten sich unter denselben Bedingungen noch nach 1^h (resp. $^3/_4{}^h$) lebensfähig (die Versuche wurden nicht länger ausgedehnt).

Es sei gestattet, hier eine Beobachtung einzuschalten, welche ich an Aureusculturen derselben Herkunft beobachten konnte, wenn dieselben auf verschiedenen Nährböden gezüchtet wurden. Es zeigte sich allemal, dass die in Zuckerbouillon gewachsenen Culturen den Culturen in gewöhnlicher Bouillon in Bezug auf ihre Resistenz gegen Wärme bedeutend überlegen waren. Die diesbezüglichen Versuche waren folgende: I. Von einer Eiterplatte Aussaat in gewöhnliche und in Zuckerbouillon (3% Rohrzucker). Die 24^h Bouillenculturen bei 60° geprüft: gewöhnliche Bouilloncultur binnen 2 Min. abgestorben, Zuckerbouilloncultur nach 10 Min. noch lebend. II. Dieselben Bouillonculturen, 6 Tage alt. Cultur in gewöhnlicher Bouillon binnen 2 Min. abgestorben, Zuckerbouilloncultur nach 8 Min. noch lebend. III. 24^h alte Bouillonculturen von Eiterplatte. Gewöhnliche Bouilloncultur binnen 7 Min. abgestorben, Zuckerbouilloncultur nach 13 Min. noch lebend.

Auf die Resistenz gegen chemische Desinfectionsmittel hat dieses Verhalten anscheinend keinen Einfluss. Bei Behandlung mit $^3/_4$ % Carbolsäure zeigte sich im Gegentheil die Cultur in gewöhnlicher Bouillon (nach 1^h + $1^1/_4{}^h$ —) bedeutend resistenter als die Zuckerbouilloncultur (20 Min. + 30 Min. —)

Ueber die Deutung dieser Erscheinung vermag ich mich nicht mit Bestimmtheit zu äussern. Möglicherweise ist doch die durch

1) Biolog. Spaltpilzuntersuchung, Würzburg 1886.

den Zuckerzusatz bedingte Verschiedenheit der Reaction der beiden Nährböden von Einfluss auf das Resultat gewesen, obgleich bei den Versuchen in der Wärme die Bouillon stark mit destillirtem Wasser verdünnt wurde, um das Menstruum möglichst indifferent zu gestalten.

Die Resultate meiner Versuche mit warmen Desinfectionsmitteln finden sich in der Tabelle auf S. 378 vereinigt.

Ueberblickt man dieselbe, so ist, wenn man die Resultate an sich in's Auge fasst, zu entnehmen, dass der Aureus, bei 60° mit verschiedenen Desinfectionsmitteln behandelt, in kürzester Zeit zu Grunde geht, so dass meist binnen 2 bis 3 Min. nichts mehr wuchs; jedoch ist wohl zu beachten, dass die Aureusaufschwemmungen bei der erwähnten Temperatur an sich nur kurze Zeit lebensfähig bleiben, so dass es vielfach kaum möglich ist, den Antheil des Desinfectionsmittels festzustellen.

Aus diesem Grunde bin ich auch von dem ursprünglichen Plane abgegangen, die wichtigsten pathogenen Mikroorganismen in ähnlicher Weise, wie den Aureus, zu Versuchen zu verwenden. Ich konnte derartige Versuche umsomehr für überflüssig halten, als eine Durchsicht der einschlägigen Literatur zeigte, dass nach Angabe verlässlicher Beobachter wässerige Aufschwemmungen dieser Mikroorganismen (Diphtherie, Rotz, Typhus, Cholera) bei Temperaturen von ca. 60° im Allgemeinen in kurzer Zeit zu Grunde gehen, so dass man ähnliche Versuchsergebnisse voraussetzen kann, wie bei den Aureusversuchen. Ueberdiess kommt dabei noch zu erwägen, dass das Verhalten der Krankheitserreger in künstlichen Suspensionen nicht allein maassgebend ist, dass man vielmehr die praktischen Maassregeln der Desinfection nach jenem Grade der Resistenz wird einrichten müssen, welchen die Krankheitserreger in den Dejecten oder pathologischen Producten — kurz in den natürlichen Objecten besitzen. Es braucht, um ein Beispiel zu nennen, nur an die verschiedene Resistenz der Tuberkelbacillen gegen höhere Temperaturen erinnert zu werden, je nachdem Reinculturen oder Sputum das Versuchsobject bilden (vgl. die Angabe Versin's).

Versuche mit Aureus.

τ	50°	60°	
Wässrige Suspension	—	5'+ 10'—	a
do.	—	10'+	b
do.	1h +	5'—	c
do.	3/4h +	—	d
do.		3'+ 5'—	e
1% Carbolsäure		5'—	a
1/2% »	10'+ 15'— c	5'—	a
1/2% »		2'+ 5'—	b
1/4% »		5'—	a
1/4% »		5'+ 10'—	b
1% Carbolschwef.		1'—	a
1/2% Kresolschwef.		2'—	b
1/4% »		2'—	b
1% Kresolschmiers.		5'—	
1% Schwefelsäure	3'— d	3'—	a
1% »		2'—	c
1% KOH		3'—	a
do.		2'—	b
do.	3'— c		
1/4% KOH		3'—	c
5% Soda	10'+ 15'—		d
1% »		10'+	b
1% »		3'—	e
1/2% Lysol		3'—	e
0,2% »		3'—	e

a. Agarcultur
b. 7täg. Agarcultur
c. 20h Bouilloncultur
d. 7täg. Agarcultur
e. 4täg. Agarcultur

Verhalten gegen Kreolin bei Zimmertemperatur
a. 50'+.
b. 1/2h — (neues Kreolin, dürfte andere Sorte gewesen sein)
c. 1/2h +; 3/4h —; mit 1/2% Phenol 1h +
e. 1h +.

Zur praktischen Verwendung heisser Desinfectionsmittel.

Nachdem im Vorhergehenden ausführlich über die Resultate meiner Versuche an Sporen und sporenfreiem Material berichtet worden ist, möchte ich die Frage erwägen, ob dieselben geeignet sind, zu praktischen Versuchen ihrer Anwendbarkeit aufzufordern. Einer solchen Ueberlegung möchte ich in aller Kürze eine allgemeine Anforderung vorausschicken, welche man an die Wirkung heisser Desinfectionsmittel stellen muss. Koch hatte von Desinfectionsmitteln im Allgemeinen verlangt, dass dieselben, um brauchbar zu sein, mindestens innerhalb 24 Stunden wirken. Er knüpft jedoch hieran die Einschränkung, dass für manche Zwecke viel kürzere Zeiten, oft nur Minuten in Betracht kommen können (z. B. beim Besprengen, Abwaschen von Objecten). Solche Verhältnisse liegen gewiss auch bei der Verwendung heisser Desinfectionsflüssigkeiten vor; in vielen Fällen, wie beim Abwaschen mit heissen Lösungen, ist es nicht möglich, die Temperatur auf ihrer Höhe zu erhalten und auch wo eine gleichmässige Temperatur eingehalten werden kann, wird man aus ökonomischen Gründen die Desinfectionsdauer möglichst kurz bemessen müssen und etwa eine Stunde im Allgemeinen als die Grenze betrachten können, die nur in Ausnahmsfällen überschritten werden darf. Da nun aber unter den Verhältnissen der Praxis sicherlich meist bedeutend schwierigere Aufgaben vorliegen als bei meinen Vorversuchen von Suspensionen, so wird man als in der Praxis versuchenswerth nur jene Mittel betrachten können, welche im Vorversuche in ganz kurzer Zeit gewirkt haben.

Sehen wir an der Hand dieses Grundsatzes meine Versuche durch, so finden wir, dass eine ganze Reihe von Mitteln bei höheren Temperaturen dieser Anforderung genügt, und zwar was ich hervorheben möchte, nicht blos vegetativen Formen, sondern auch Sporen gegenüber. Gerade die Bedeutung des zuletzt Erwähnten sollte, wie ich glaube, nicht unterschätzt werden. Es kann auf das zu Eingang dieser Arbeit über die Schwierigkeit der Sporenabtödtung in praxi Gesagte verwiesen werden; es kann daran erinnert werden, dass nach Professor Gruber's

ausgedehnten Versuchen keines der gebräuchlichen Mittel ausser Weinsäure-Sublimat und Salzsäure-Sublimat Milzbrandsporen in kurzer Zeit abtödtete, so dass man für praktische Zwecke nur auf Sublimat und Chlorkalk angewiesen wäre; und auch Behring gibt an, dass man, wo es sich um Desinfection von sporenhaltigem Material handelt, selbst mit starken Sublimatlösungen und 5% Carbolsäure nicht immer auskomme.

Die Anwendung heisser Flüssigkeiten scheint bestimmt zu sein, diese Lücke auszufüllen; wo kleinere Objecte in Frage kommen, die in Gefässen mit heissen Desinfectionslösungen behandelt werden können, liegt nicht die geringste Schwierigkeit der Ausführung vor; aber auch für grosse Objecte wird man sicher das Bestreichen mit heissen statt mit kalten Lösungen vornehmen können. Ein Problem, dessen Lösung noch ausständig ist, ist die Frage, wie man grosse Objecte durch längere Zeit der Einwirkung heisser Flüssigkeit unterwerfen kann. Es wäre sehr erwünscht, wenn die Zukunft bald ein Verfahren brächte, welches dieser Anforderung entspricht. Vorläufig glaube ich auf jeden Fall aus meinen Versuchen die Forderung ableiten zu können, dass man, wo es sich um Abtödtung von Sporen handelt, kalte Flüssigkeiten nach Thunlichkeit durch heisse, und zwar siedend heisse, ersetzen soll.

Bei sporenfreiem Infectionsmaterial ist die Wirksamkeit heisser Desinfectionsmittel von vornherein gar nicht zu bezweifeln; man hat hier bezüglich der anzuwendenden Temperaturen und Concentrationen sicherlich einen weiten Spielraum, innerhalb dessen ein sicherer Erfolg erzielt werden kann. Es handelt sich lediglich darum, die speciellen Indicationen der Anwendung heisser Desinfectionsmittel herauszufinden und entsprechend der Natur der Objecte dann die richtige Wahl des Desinfectionsmittels zu treffen. Es soll im Folgenden in einer kurzen Uebersicht auf einige Objecte hingewiesen werden, bei denen die Anwendung heisser Desinfectionsflüssigkeiten Erfolg verspricht. Vorher sei es jedoch gestattet, sowohl zur Ergänzung des bisher Gesagten, als mit Rücksicht auf das Folgende auf einige

Vortheile der Anwendung heisser Lösungen im Allgemeinen hinzuweisen.

Gegenüber der Anwendung kalter Lösungen ist zunächst hervorzuheben, dass man damit nicht blos eine höhere Sicherheit, sondern auch eine Abkürzung der Desinfectionsdauer erzielen kann. Ferner ist eine Ersparnis an Desinfectionsmitteln möglich, indem man mit Lösungen von geringerer Concentration ausreichende Wirkungen hervorbringen kann. Dem gegenüber steht allerdings der Aufwand an Heizmaterial; doch kommt gerade der häufig nicht in Betracht, weil viele der Gegenstände, bei welchen man an eine Desinfection mit heissen Flüssigkeiten denken kann, ohnedies mit heissem Wasser oder Sodalösung behandelt werden.

Gegenüber der einfachen Verwendung heissen Wassers bietet die Anwendung heisser Desinfectionsmittel den Vortheil, dass man dabei — wenigstens so weit es sich um kleinere Gegenstände handelt — schon vor der eigentlichen Desinfection die inficirten Gegenstände (etwa Wäsche, Gebrauchsgegenstände in die Desinfectionsflüssigkeit einlegen und darin bis nach Beendigung der Procedur liegen lassen kann. Dadurch werden oberflächlich anhaftende Keime vielleicht schon vorher abgetödtet werden, jedenfalls wird Entwickelungshemmung erzeugt und wird dadurch die Gefahr einer Verschleppung von Krankheitskeimen vor der Desinfection verhindert. Diese Verhältnisse kommen sicher nicht bloss in grösseren Anstalten, sondern auch im Krankenzimmer, wo man auch nicht wegen jedes einzelnen Stückes inficirter Wäsche anfangen wird zu kochen, sondern wartet, bis eine Kesselladung voll beisammen ist, in Betracht. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass wenn mit dem Auskochen begonnen wird, schon weit vor dem Erreichen des Siedepunktes die Vernichtung der Keime beginnt, so dass die Gefahr des Verspritzens von Infectionsstoff, oder die Gefahr, dass an kühleren Stellen des Gefässes lebensfähige Keime zurückbleiben, weit geringer ist, als bei Anwendung von Wasser allein; immerhin hielte ich es für zweckmässig, wenn zum Behandeln inficirter Objecte mit heissen Flüssigkeiten stets Gefässe mit gut

passendem Deckel (der allenfalls ein Ventil besitzen kann) verwendet würden.

Schliesslich möchte ich noch hervorheben, dass man bei Verwendung heisser Desinfectionsmittel es in der Hand hat, auf die zweckmässigste Weise Reinigung und Desinfection zu verbinden. Gerade die stets wachsende Erkenntnis von der Hemmung, welche die Desinfection durch das Vorhandensein von Schichten, in denen die Keime eingeschlossen sind, erleidet, sollte uns veranlassen, die beiden genannten Processe (Reinigung ist ja im Wesentlichen Lösung der Schichten) weniger denn je zu trennen. Und die Wärme ist, wie die alte Erfahrung der Wäschereinigung lehrt, ein so wesentliches Mittel zur Auflösung zäher, schleimiger oder eingetrockneter Massen, dass man unbedingt daran denken kann, bei allen Gegenständen, welche der Reinigung unterzogen werden, auch mit dieser in einem einzigen Acte die Desinfection zu vollziehen.

Nachdem somit die Eignung heisser Desinfectionsflüssigkeiten für die Praxis, sowohl was ihr Verhalten den Mikroorganismen gegenüber betrifft, als auch rücksichtlich der Vortheile, welche dieselben gegen kalte Desinfitientien oder heisses Wasser bieten, kurz besprochen wurde, kann in einem flüchtigen Ueberblick das Gebiet, welches der Verwendung derselben zugänglich ist, betrachtet werden.

Sieht man zum Behufe einer allgemeinen Orientirung die gegenwärtig geltenden Desinfectionsvorschriften der verschiedenen Staaten, sowie die zusammenfassenden Angaben der Lehrbücher durch, so findet man, dass ein ausgedehnterer Gebrauch eigentlich nur von heissem Wasser gemacht wird; und wenn etwa ein Zusatz von Soda zum Wasser als vortheilhaft bezeichnet wird, geschieht dies meistens zum Zwecke einer indirecten Förderung des Desinfectionseffectes durch die reinigenden Eigenschaften der Sodalösungen. Abgesehen davon, käme noch der Gebrauch heisser Laugen oder Seifenlösungen in Betracht.

Ueberhaupt ist die Zahl der Objecte, welche der in Frage stehenden Behandlung unterworfen werden kann, eine geringe. Nicht bloss das Material derselben schliesst viele von vornherein

aus, sondern auch die — mit Recht — so verbreitete Verwendung des Wasserdampfes bringt es mit sich, dass heisse Lösungen gegenwärtig nur dort verwendet werden, wo ein Dampfapparat nicht zur Verfügung steht, oder für Gegenstände, welche, sei es wegen ihrer Grösse, sei es, weil sie im Dampf Schaden leiden, der Behandlung im Dampf-Desinfectionsapparat nicht zugänglich sind. Dementsprechend wird kochendes Wasser (mit eventuellem Zusatz von 2—5% Soda zunächst für die unmittelbare Desinfection im Krankenzimmer, wo gewöhnlich ein Dampfkochtopf nicht vorhanden ist) empfohlen: Sputa sammt Schalen, Ess- und Trinkgeschirre, Gebrauchsgegenstände sollen in einen im Krankenzimmer aufgestellten Topf mit Sodalösung eingelegt und darin gekocht werden. Einstündiges Kochen mit 2% Sodalösung wird dann auch für die Leib- und Bettwäsche des Kranken zum Zwecke der häuslichen Desinfection empfohlen.

Als weitere Gegenstände der Behandlung mit heissen Flüssigkeiten sind zu nennen: Fussböden, überhaupt die fix angebrachten Theile unserer Wohnung, welche nicht mit Dampf zu behandeln sind, Viehställe sammt Einrichtung, Eisenbahnwaggons (insbesondere Viehwaggons), für welch' letztere in verschiedenen Desinfectionsvorschriften Anwendung von heisser Sodalauge zunächst zur Reinigung, welche in leichteren Fällen die Desinfection ersetzen soll, empfohlen wird. Die eigentliche Desinfection wird auch hier meist mit kalten Lösungen (5% Carbolsäure) vorgenommen. (Die Schweiz empfiehlt bei Frost heisses Wasser mit 10% Chlorkalk.)

Auch in den Desinfectionsvorschriften für Viehställe findet man meist nur die Reinigungsmittel (Soda oder Lauge, oder Wasser) heiss angewendet, die Desinfectionsmittel im engeren Sinne werden kalt verwendet, dafür aber wiederholtes Streichen mit denselben angeordnet.

Fasst man das Angeführte kurz zusammen, so ergibt sich daraus, dass man für die Behandlung mit heissen Desinfectionsflüssigkeiten vor Allem die kleineren Gebrauchsgegenstände, die Abgänge des Kranken, die Wäsche und endlich eine ganze Reihe von Objecten, welche im Allgemeinen das Problem der

Wanddesinfection bieten, in Aussicht nehmen könnte. An vereinzelten Vorschlägen (z. B. der Löffler's, die Fussböden mit heissem Sublimat zu waschen) fehlt es zwar nicht; im Allgemeinen dürften jedoch noch ausgedehnte praktische Versuche nothwendig sein, um den heissen Desinfectionsflüssigkeiten jenes Gebiet der Verwendung zu sichern, welches ihnen zukommt.

Ich habe mich zunächst mit einem Specialfalle beschäftigt, welcher der Wäsche-Desinfection angehört. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass stark blutbefleckte oder eiterbeschmierte Wäsche der Desinfection mit strömendem Dampf nicht ohne Weiteres zugänglich ist, weil dabei schwer zu entfernende Flecke entstehen. Eine gebräuchliche Vorschrift besagt zwar, dass man die Wäsche für 12—24^h in dünne Sublimatlösung einlegen solle, worauf sie durch Kochen oder im Dampf zu sterilisiren sei. Thatsächlich scheint, soweit meine Erfahrung reicht, die Ausführung dieser Procedur manches zu wünschen zu lassen; an manchen Orten wäscht man derartige Stücke einfach, ohne überhaupt zu desinficiren. Es schien daher dankenswerth, zu versuchen, ob man nicht durch Verwendung heisser Desinfectionsmittel ein einfaches Verfahren der gleichzeitigen Reinigung und Desinfection für solche Wäsche ermitteln könnte.

Bei Vorversuchen, welche über das Verhalten der Blutflecke angestellt wurden, zeigte sich nun allerdings, dass ein längeres Mazeriren der beschmierten Stücke nicht zu umgehen ist. Das Problem liegt eben so, dass man erst den Blutfleck durch geeignete Mittel in Lösung zu bringen hat, worauf dann erhitzt werden kann, ohne dass eine Fixirung des Blutfarbstoffes geschieht.

Eine Reihe von Substanzen (Carbolsäure, Mineralsäuren, Carbolschwefelsäure u. s. w.) zeigte sich schon von vornherein zu diesem Zwecke weniger geeignet, und wurde daher nicht weiter zu Versuchen herangezogen. Für die eigentlichen Versuche, welcheanstark blutbeschmierten und dann 12—24^h lang getrockneten grösseren Leinwandlappen angestellt werden, kamen Soda,

Natronlauge, Lysol, Solveol, Solutol und Schmierseife in Verwendung, in der Weise, dass die Lappen durch einige Stunden (ca. 6 Stunden) in der Flüssigkeit mazerirt, dann auf ½ h zum Kochen erhitzt, mit Wasser ausgewaschen und dann der Effect der Procedur betrachtet wurde. Von den verschiedenen Versuchen, welche ich auf diese Weise angestellt habe, sei nur einer erwähnt, welcher über die für den gedachten Zweck günstigste Concentration Aufschluss gibt.

Lappen 25 × 25 cm mit Rindsblut beschmiert, über Nacht luftgetrocknet, werden 6 h lang in folgenden Flüssigkeiten mazerirt, hierauf in denselben ½ h lang gekocht.

Desinfectionsflüssigkeit	Concentration	Aussehen nach Desinfection
Natronlauge	0,5%, 0,2%, 0,1%	Stelle des Blutfleckes noch deutlich als dunklerer Fleck erkennbar. Lappen im Ganzen gelblich
Lysol	3%, 1%	Lappen rein; Blutfleck verschwunden
	0,5%	Lappen fast rein; nur in Falten mürbe, leicht entfernbare Gerinnsel
	0,2%, 0,1%	Lappen gelblich, Blutfleck noch zu sehen
Solutol	1%, 0,5%, 0,2%, 0,1%	Lappen grünlich, Blutfleck noch zu sehen
Schmierseife	5%, 2%, 1%, 0,5%	Blutfleck verschwunden; spurweise Gelbfärbung der Lappen im Ganzen
Soda	2%, 1%, 0,5%	Blutflecke bis auf geringe Spuren verschwunden; Lappen im Ganzen gelb
Solveol	2%	Blutfleck noch deutlich sichtbar

Nach dem Ausfalle dieses Versuches (welcher mit wiederholten anderen Versuchen ganz übereinstimmt) halte ich das

Lysol für den gedachten Zweck am geeignetsten, da die Schmierseife, welche hinsichtlich der Reinigung gleichfalls ganz zufriedenstellende Resultate gab, keine gleich grosse Sicherheit des Desinfectionseffectes gewährt (insbesondere mit Rücksicht auf die Verwahrung der Objecte vor dem Kochen). Bezüglich der Concentration stellt sich allerdings das Eigenthümliche heraus, dass man zum Zwecke der Reinigung eine Concentration (keinesfalls unter 0,5%, am besten 1—3%) anwenden muss, welche für den Desinfectionseffect nicht unbedingt nothwendig ist; jedenfalls wird die Sicherheit des Verfahrens dadurch erhöht. Findet man die Verwendung so hoher Concentrationen unökonomisch, so könnte man daran denken, Kresolschmierseifengemische von solchem Verhältnisse zwischen Kresol und Seife herzustellen, dass bei der zur sicheren Abtödtung pathogener Keime nothwendigen Concentration auch gleichzeitig vollkommene Reinigung bewirkt wird. Ob dabei eine genügende Ersparnis an Kresol erzielt werden kann, dass sich der Versuch lohnen würde, weiss ich nicht. Vorläufig würde ich jedoch für stark blutbefleckte Wäsche folgendes Verfahren empfehlen: die Wäsche wird für circa 6 Stunden in circa 1% Lysol gelegt, dann für ½ Stunde zum Sieden erhitzt; an diese Behandlung können sich dann die weiteren Proceduren des Waschens gefahrlos anschliessen.

Die praktische Durchführung dieses Verfahrens bietet nicht die geringste Schwierigkeit; im Krankenzimmer wird ein geeigneter Topf zum Sammeln der Wäsche aufgestellt, die Wäsche kommt sofort in die Lysollösung und bleibt bis zum Schlusse der Desinfection in derselben liegen, da das Auskochen gleich in demselben Topf stattfinden kann. Dass die Wäsche längere Zeit kalt mazerirt werden muss, schadet nichts; man wird ja ohnedies warten, bis eine grössere Menge Wäsche zusammenkommt und in der Zwischenzeit kann die Mazeration vor sich gehen.

Die Kost der Haushaltungsschule und der Menage der Friedr. Krupp'schen Gussstahlfabrik in Essen.

Ein Beitrag zur Volksernährung.

Von

Dr. W. Prausnitz,

Privatdocent für Hygiene.

I. Die Kost der Haushaltungsschule.

Gelegentlich einer Besichtigung der Wohlfahrtseinrichtungen, welche für die Arbeiter der Friedr. Krupp'schen Gussstahlfabrik in Essen eingeführt sind, erweckte die dort errichtete Haushaltungsschule mein besonderes Interesse.

In derselben werden Töchter von Bediensteten und Arbeitern der Fabrik, welche das 14. Lebensjahr zurückgelegt haben, durch praktische Anleitung in der Führung eines Haushalts ausgebildet. Die Dauer eines Curses beträgt drei Monate, der Unterricht ist unentgeltlich und erstreckt sich auf Zubereitung von Speisen, Einmachen von Gemüsen und Obst, Aufbewahrung der Vorräthe, Einkauf von Lebensmitteln, Anbau von Gemüsen für den Hausbedarf, Waschen, Mangeln und Bügeln der Haushaltungswäsche, Flicken, Stopfen von Strümpfen, sowie Hausarbeiten aller Art.

Die Vortheile einer solchen Schule, wenn sie richtig und verständig geleitet wird, müssen Jedermann einleuchten. Ein derartiger Unterricht wird und muss sehr viel dazu beitragen, bei den Schülerinnen Sinn und Interesse für das Haushalten zu wecken. Solchermaassen ausgebildete Mädchen werden ihren späteren Beruf als Hausfrau bei weitem besser erfüllen, als alle diejenigen, welche ohne Verständnis der für einen Haushalt

nothwendigsten Obliegenheiten eine Familie begründen. Durch eine gründliche derartige Ausbildung werden sehr viele Arbeiterfamilien vor einem frühzeitigen Ruin bewahrt werden. Kann doch eine tüchtige Hausfrau auch bei geringen Löhnen noch ein verhältnismässig angenehmes Heim und eine relativ günstige Ernährung der Familie schaffen, während häufig auch die besten Löhne nicht ausreichen, um alle die Fehler gut zu machen, welche die Folgen mangelnden Verständnisses der häuslichen Geschäfte sind.

In richtiger Erkenntnis der hohen Bedeutung einer guten Ernährung für das Wohl des Arbeiters wird in der Krupp'schen Haushaltungsschule besonderer Werth auf die Erlernung der einfachen Küche gelegt. Der Unterricht beschränkt sich dabei nicht auf die Zubereitung der Speisen allein, die Schülerinnen müssen sich vielmehr auch darüber genau informiren, welche

Mittwoch den

Kaffee (7 Uhr)				Kaffee (10 Uhr)				Mittagessen			
Zuthaten	Betrag Einheit	Sa. M	Sa. Pf	Zuthaten	Betrag Einheit	Sa. M	Sa. Pf	Zuthaten	Betrag Einheit	Sa. M	Sa. Pf
25 g Kaffee .	3,10		07,7	20 g Kaffee .	3,10		06,2	750 g Pökelfleisch . . .	0,90		67,5
20 g Mocca*)	0,56		01,1	15 g Mocca .	0,56		00,8	500 g Mettwurst	1,60		80
1750 g Paderborner Brod	0,25		43,7	15 g Brödchen	0,02		30,0	1 kg Erbsen .	0,26		26
150 g Butter	2,30		34,5	3/4 l Milch . .	0,16		12,0	2 kg Kartoff.	0,08		16
3/4 l Milch . .	0,16		12,0					20g Zwiebeln			01
								3 g Pfeffer .	3,20		01
								50 g Salz . . .	0,20		01
In Sa. 10 Portionen . . .			99,0	In Sa. 10 Portionen . . .			49	In Sa. 10 Portionen . . .		1	92,5
Demnach kostet 1 Portion			9,9	Demnach kostet 1 Portion			4,9	Demnach kostet 1 Portion			19,3

*) 1 Kaffeesurrogat.

Mengen der einzelnen Nahrungsmittel für die Verpflegung einer bestimmten Anzahl von Personen nothwendig, wieviel zu einer jeden Mahlzeit zu verwenden sind u. s. w.

Zu diesem Zwecke muss jede einzelne Schülerin unter Anderem eine Zeit lang die gesammte Verpflegung für zehn Schülerinnen übernehmen. Sie muss die Nahrungsmittel abwägen, zum Kochen vorbereiten und kochen. Sie muss genau aufschreiben, wie viel sie zu jeder Mahlzeit verwendet, welchen Preis die einzelnen Nahrungsmittel und die zu den Speisen gebrauchten Mengen derselben haben. Die Notizen werden in Tagebücher eingeschrieben, welche zweckentsprechend, sehr geschickt eingerichtet sind.

Ihre Einrichtung und Benützung ist aus beigedruckter Probe ersichtlich, welche einem von einer Schülerin geführten Tagebuche worgetreu entnommen ist.

2. Juli 1890.

Kaffee (4 Uhr)			Abendessen			Bemerkungen
Zuthaten	Betrag Einheit	Betrag Sa. ℳ ₰	Zuthaten	Betrag Einheit	Betrag Sa. ℳ ₰	
25 g Kaffee	3,10	07,7	2000 g Kartoffeln	0,08	16	Mittagessen: Erbsensuppe, Pökelfleisch und Mettwurst
20 g Mocca	0,56	01,1	2000 g Salat	0,15	30	
1750 g Paderborner Brod	0,25	43,7	75 g Nierenfett	1,00	07,5	Abendessen: Pfefferkartoffeln und Salat.
160 g Butter	2,30	36,8	1/6 l Baumöl	1,20	20	
3/4 l Milch	0,16	12	1/3 l Essig	0,09	03	
			3 g Pfeffer	3,20	01	
			30 g Salz	0,20	0,6	
In Sa. 10 Portionen		1 01,3	In Sa. 10 Portionen		78,1	In Sa. für den ganzen Tag kostet 1 Portion 52,0 ₰
Demnach kostet 1 Portion		10,1	Demnach kostet 1 Portion		7,8	

Die ausgefüllten Bücher, welche nach beendigtem Curs von den Schülerinnen aus der Anstalt mitgenommen werden, geben ihnen ein überaus werthvolles Andenken an ihre Thätigkeit in der Haushaltungsschule. Die späteren Hausfrauen haben damit einen Anhalt, wie und was sie zu kochen haben, wenn sie eine ihren Verhältnissen entsprechende, nahrhafte und genügend Abwechslung bietende Kost zubereiten wollen. Sie lernen durch diese Buchführung, dass man mit relativ geringen Geldmitteln zu wirthschaften in der Lage ist, wenn man es, wie es eben in der Haushaltungsschule gelehrt wird, nur richtig anfängt.

Abgesehen von der hohen socialen Bedeutung, welche der Essener Haushaltungsschule, sowie allen ähnlichen Einrichtungen zukommt, erweckt dieselbe noch in anderer Beziehung das Interesse des Hygienikers, da wir durch die dort bereitete Kost einen werthvollen Beitrag zur Arbeiterernährung erhalten haben.

Durch vielfache, eingehende Untersuchungen ist festgestellt worden, welche Nahrung dem ausgewachsenen Arbeiter bei mehr oder minder anstrengender Thätigkeit zugeführt werden muss, wenn er sich auf seinem stofflichen Bestande erhalten und der ihm zugemutheten Arbeit gewachsen sein soll. Wir wissen jedoch von den dem jugendlichen, noch nicht ausgewachsenen Körper zuzuführenden Nahrungsmengen nur wenig und es muss alles, was unsere Kenntnisse über diese theoretisch, besonders aber praktisch so wichtigen Fragen erweitern kann, dankbar begrüsst werden.

Wie die Praxis der Theorie schon so häufig vorangeeilt und ihr die Wege gebahnt hat, so auch in unserm Fall, wo wir durch die von einer verständigen Hausfrau empirisch zusammengestellte Nahrung erfahren, welche Nahrungsmengen für junge Mädchen im Alter von 14—18 Jahren bei angestrengter Thätigkeit zu verabreichen sind.

Wie aus der weiter oben abgedruckten Copie eines Tagebuchblattes hervorgeht, wird in den Tagebüchern stets eingetragen, wie viel von den zur Herstellung der Kost für 10 Mädchen verwendeten Nahrungsmitteln zu jeder Mahlzeit gebraucht worden ist. Es lässt sich daraus annähernd bestimmen, welche Mengen

der hauptsächlichsten Nahrungsstoffe, Eiweiss, Fett und Kohlehydrate, die Kinder zu den einzelnen Mahlzeiten, sowie am ganzen Tage erhalten haben.

Nach den mir von der Firma Friedr. Krupp gütigst zur Verfügung gestellten Tagebüchern habe ich die Nahrung von 10 Tagen berechnet. Bei der Berechnung habe ich nur diejenigen Tage benützen können, an welchen der Zusammensetzung nach bekannte Nahrungsmittel zur Herstellung der Kost verwendet wurden, was ich hier besonders betone, da es auffallen könnte, dass ich nicht fünf aufeinander folgende Tage der Sommer- und fünf der Winterszeit meinen Rechnungen zu Grunde gelegt habe.[1])

Die hierbei gefundenen Zahlen sind in der nachfolgenden Tabelle I (Seite 392) zusammengestellt.

Die in den Mittagsmahlzeiten enthaltenen Nahrungsstoffe sind in der Tabelle II (Seite 393) mitgetheilt.

Ist nun die in den Tabellen angegebene Nahrung auch wirklich ausreichend? Da wie schon angegeben, Untersuchungen der Kost für arbeitende Mädchen dieses Alters nicht vorliegen, lässt sich die Frage nur bejahen, wenn festgestellt wird, dass sich die Mädchen bei Aufnahme dieser Kost wohl gefühlt und an Körpergewicht normal zugenommen haben.

Beides ist im vorliegenden Falle nachzuweisen.

Was das Körpergewicht anlangt, so werden die Mädchen bei Aufnahme und Entlassung aus der Schule gewogen. Die Aufzeichnungen über diese Wägungen während des ersten Jahres des Bestehens des Schule sind mir von der Firma Friedr. Krupp mitgetheilt worden. Es wurden vom 16. November 1889 bis 8. Oktober 1890 71 Schülerinnen unterrichtet und beköstigt. Von diesen habe ich zwei bei der Rechnung nicht berücksichtigt, weil von ihnen angegeben, dass sie während des Aufenthaltes in der Haushaltungsschule erkrankt waren.

1) Bei der Berechnung werden die Mittelwerthe der König'schen Tabellen benützt. Von den Kartoffeln werden als Schälverlust 20%, vom Fleisch 8,4% in Abzug gebracht, da Voit in seiner Arbeit über die Kost in Volksküchen angibt, dass bei Bezug grösserer Fleischmengen 8,4% als Knochen beigegeben werden.

(Tabelle I.) **Haushaltungsschule. Kost der Mädchen für den ganzen Tag.**

Datum	Tag	Mittagessen	Abendessen	Eiweiss	Fett	Kohlehydrat	Gesammtpreis	Bemerkungen
				g	g	g	ℳ	
20. Febr.	Donnerstag	Griesmehlsuppe, 1 kg Bratwurst, Sauerkraut und 3 kg Kartoffeln	Gemüse u. Bratkartoffeln, Kaffee und Butterbrod	77,0	108,2	414,7	0,61	
21. „	Freitag	Brodsuppe, 1,75 kg Schellfisch, 4 kg Kartoffeln	Graupensuppe u. Pflaumen	119,3	59,8	441,6	0,55	
22. „	Samstag	Linsensuppe und 1,5 kg Rindfleisch	Kaffee und Butterbrod	136,6	67,9	600,7	0,61	
26. „	Mittwoch	Erbsensuppe und 1,5 kg Pökelfleisch	Kaffee, Butterbrod und Gemüse	128,2	73,9	440,6	0,67	
1. Juli	Dienstag	Rindfleischsuppe, 1,5 kg Rindfleisch, 1 kg weisse Bohnen, 4 kg Kartoffeln	Hafergrützsuppe, 2 kg Brat-Kartoffeln	107,2	65,8	403,6	0,57	
2. „	Mittwoch	Erbsensuppe, 750 g Pökelfleisch, 500 g Mettwurst	Pfefferkartoffeln und Salat	111,6	85,1	391,8	0,52	
3. „	Donnerstag	Erbsensuppe v. Mittwoch, 0,5 kg Schweinefleisch, 0,75 kg Mettwurst, Sauerkraut, 2 kg Kartoffeln	Milchreis und Gemüse	86,6	80,8	340,7	0,44	
4. „	Freitag	Rahmsuppe, Klösse, Salat, Kartoffeln	Griesmehlsuppe, gebratene Klösse	74,2	103,6	400,4	0,44	Kein Fleisch!
5. „	Samstag	Graupensuppe, 1,5 kg Rindfleisch, 2 kg Kartoffeln	Kaffee und Butterbrod	78,3	45,6	332,8	0,50	Wegen d. Samstag-reinigg. Vereinigg. des Kaffees mit der Abendmahlzeit.
1. Sept.	Montag	1,75 kg Rindfleisch und Gemüse und 4 kg Kartoffeln	Graupen	86,0	55,4	384,8	0,51	
				10050	7461	41517		
Es waren in der gesammten Kost enthalten pro Tag und Person:				100,5	74,6	415,2	54,2 ₰	

(Tabelle II). **Kost der Haushaltungsschule. Mittagessen.**

Datum	Ei-weiss	Fett	Kohle-hydrate	Preis
	g	g	g	ℳ
20. Februar	20,0	48,6	66,7	0,22
21. »	68,0	20,2	79,6	0,20
22. »	57,8	11,0	88,7	0,28
26. »	72,5	25,4	93,6	0,29
1. Juli	58,8	19,7	124,7	0,27
2. »	62,1	33,5	88,0	0,19
3. »	35,5	40,6	44,2	0,24
4. »	24,0	25,2	109,5	0,15
5. »	35,6	7,9	71,8	0,23
1. September	35,6	15,2	74,0	0,22
Mittel pro Kopf und Tag	47,0	24,7	84,1	23 ₰
In Procent d ganzen Tageskost	46,7%	33,0%	20,2%	42,5%

Die übrigen Mädchen hatten ein Durchschnittsalter von 15½ Jahren (22 waren 14 Jahre, 21 15 Jahre, 8 16 Jahre, 6 17 Jahre, 3 18 Jahre, 1 19 Jahre alt), ein Durchschnittsgewicht von 44,6 Kilo und betrug die Gewichtszunahme während des dreimonatlichen Aufenthalts in der Schule durchschnittlich 2,04 K.

Diese Zunahme übersteigt die normale Zunahme von Mädchen dieses Alters sehr beträchtlich.

Nach Quetelet[1]) beträgt das Gewicht von Mädchen im

Alter von	13 Jahren	32,5	ebenfalls in Kleidern gewogen.
	14 „	36,3	
	15 „	40,0	
	16 „	43,5	
	17 „	46,8	
	18 „	49,8	

Das absolute Gewicht der Essener Mädchen ist also einige Kilo höher als der von Quetelet für seine Zahlen verwertheten, was leicht erklärlich, da erstere einer kräftigen Arbeitergeneration entstammen.

Die Gewichtszunahme beträgt bei Quetelet in dieser Altersperiode etwa 3,5 kg, während die Schülerinnen der Krupp'schen

1) Vierordt, anatomische, physiologische und physikalische Daten. Jena 1888.

Haushaltungsschule in einem Vierteljahr durchschnittlich 2,04 kg zunahmen. Es geht daraus mit Sicherheit hervor, dass die Ernährung eine ausreichende, dass die Nahrung für ein wünschenswerthes Gedeihen des Körpers genügt.

Da die Zunahme eine beträchtlich höhere als die normale in der fraglichen Altersperiode ist, könnte man meinen, dass die Nahrung eine zu reichliche ist, dass auch mit einer geringeren Menge von Nahrungsstoffen auszukommen sei. Es zeigt jedoch eine nähere Betrachtung der Gewichtszahlen der Mädchen bei ihrer Aufnahme und ihrer Entlassung, dass die Gewichtszunahme keine gleichmässige, sondern dass sie auffallend häufig, wenn auch nicht regelmässig, bei denjenigen Kindern besonders hoch ist, die bei ihrem Eintritt ein für ihr Alter sehr niederes Gewicht hatten, demgemäss also wahrscheinlich in einem nicht besonders günstigen Ernährungszustand sich befanden. Diese haben dann bei der ausreichenden Nahrung mehr angesetzt, mehr an Gewicht zugenommen, als die übrigen Mädchen.

Man kann daher annehmen, dass bei Ernährung derartiger 14—18 Jahre alter Mädchen, bei einem Gewicht von durchschnittlich 45 kg, welche körperlich stark beschäftigt sind, die Zufuhr einer Nahrung, welche etwa 100 g Eiweiss, 75 g Fett und 400 g Kohlehydrate enthält, nothwendig sein wird, wenn sie ihrer Arbeit nachkommen, sich dabei wohl fühlen und in gewünschter Weise an Gewicht zunehmen sollen.

Was den Preis der gereichten Kost anlangt, so stellt dieser sich nur auf durchschnittlich 54,2 Pf., wobei freilich zu berücksichtigen ist, dass die bei Herstellung der Nahrung nothwendigen Heizmaterialien, der Arbeitslohn, Miethe für das Lokal, Anschaffung von Kochgeräthen u. s. w. nicht mit in Rechnung eingezogen sind. Auch ist der Preis bei Bezug der Nahrungsmittel aus der Consumanstalt der Krupp'schen Gussstahlfabrik ein mässiger. (Rindfleisch pro kg M. 1,30, Kartoffeln 0,7—0,8 Pf., Butter M. 2.30).

Andererseits ist aber auch zu bedenken, was zwar nicht aus den mitgetheilten Kostsätzen von nur 10 Tagen, wohl aber aus der Betrachtung einer grösseren Zahl von Kostsätzen nach den mir

übergebenen Haushaltungstagebüchern mit Sicherheit hervorgeht, dass die Kost eine an Abwechslung reiche ist und dass auch die gereichte Fleischmenge eine ziemlich bedeutende (pro Tag etwa 150 g).

Es wird daher auch in weniger günstigen Fällen, wo Lokal, Heizung u. s. w. von der Verwaltung mitzubezahlen und bei Festsetzung des Preises der Kost zu berücksichtigen ist, möglich sein, für 60—70 Pf. eine für 15—18 Jahre alte, kräftig arbeitende Mädchen ausreichende, allen Anforderungen genügende Kost zu beschaffen.

II. Die Kost der Menage.

Gerade im Begriff, die im ersten Theil dieser Mittheilung beschriebene Kost der Haushaltungsschule zu publiciren, erhielt ich von dem Directorium der Gussstahlfabrik die zweite Auflage der Beschreibung der von dieser Fabrik für ihre Arbeiter ausgeführten Wohlfahrtseinrichtungen übersandt.

Das Werk gibt einen Ueberblick über all' die vorzüglichen Einrichtungen und Maassregeln, welche für das Wohl der Arbeiter eingeführt wurden, die vor allem die Besserung der Wohnungs- und Ernährungsverhältnisse anstreben. Es waren für mich die Angaben über die Ernährung der dortigen Arbeiter von besonderem Interesse, weil man aus ihnen neues Material für die wichtige Frage der Arbeiterernährung schöpfen kann.

Die sogenannte „Menage“ wurde von der Firma F. Krupp in's Leben gerufen, um der grossen Zahl unverheiratheter und denjenigen verheiratheten Arbeitern, welche ihre Familien in der Heimath zurückgelassen haben, gegen mässige Vergütung eine angemessene Verpflegung und Unterkunft zu verschaffen. Die Menage wurde im Jahre 1856 für 200 Mann begründet. Die Vergrösserung der Fabrik machte stets Erweiterungen nothwendig; zur Zeit beläuft sich der Besuch auf ca. 800 Mann. Seit dem Jahre 1884 sind alle unverheiratheten Arbeiter, welche nicht Facharbeiter sind, welche also geringeren Verdienst haben und nicht nachweislich bei nächsten Verwandten Unterkunft finden, in ihrem eigenen Interesse bei dem Dienstantritt verpflichtet, Mitglieder der Menage zu werden, eine Einrichtung, welche sich für beide Theile bewährt hat.

Die Arbeiter zahlen pro Kopf und Tag 80 Pf., wofür sie ausser freier Wohnung die in der nachfolgenden Tabelle aufgezeichnete Kost erhalten. Ausser dem dort angegebenen Mittag- und Abendessen bekommen sie noch für die laufende Woche $^1/_8$ kg gebrannten und gemahlenen Kaffee und $^1/_4$ kg Butter. Beim Mittag- und Abendessen werden, abgesehen vom Fleisch, die Portionen nicht zugetheilt. Jeder kann vielmehr so viel essen, als ihm beliebt. Brod hat sich jeder Menagebewohner selbst zu beschaffen.

Bei dem Bestreben des Directoriums, ihren Arbeitern eine wirklich gute und ausreichende Kost zu geben, bei der grossen Erfahrung, die die Verwaltung nach Jahrzehnte langem Betrieb der Menage gewonnen, bei der enormen Anzahl der während so vieler Jahre verpflegten Arbeiter kann man annehmen, dass die gereichte Nahrung als Norm einer Kost für kräftige, leistungsfähige Arbeiter unter den dortigen Verhältnissen zu betrachten ist und es erschien mir daher von hohem Werth zu berechnen, welche Nahrungsmengen in dieser Kost enthalten sind.

Ich hielt dies für um so wichtiger, als gerade in jüngster Zeit in der Litteratur die Ansicht häufig vertreten wird, dass die von Voit angegebenen und ziemlich allgemein anerkannten Mengen von Nahrungsstoffen, was das Eiweiss betrifft, zu hohe sind. Hier war die Möglichkeit gegeben, an einem praktischen Beispiel, die Voit'schen Zahlen zu controliren.

Ich habe den Gehalt an Nährstoffen der in dem Speisezettel für die Menage angegebenen Speisen nach den König'schen Mittelzahlen berechnet.

Für Kartoffeln brachte ich 20% als Schälverlust, für Fleisch 8,4% (s. S. 391 dieser Arbeit) als Knochen in Abzug.

Das Gewicht der Häringe verschaffte ich mir, indem ich in verschiedenen hiesigen Geschäften eine grössere Anzahl von Häringen in meiner Gegenwart abwiegen liess und aus diesen Zahlen das Mittel berechnete. Ich habe dann mit mehreren Collegen einzelne Häringe, wie gewöhnlich, zum Essen präparirt und dabei bestimmt, wie viel Procent auf den Abfall kommen; wir fanden durchschnittlich 17%.

Die Zwiebeln wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Kost selbst und das Resultat meiner Rechnung ist in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Mittagessen.

Tag	Gegenstand	Verbrauch pro 100 Mann kg	g	Kosten-Betrag ℳ	₰
Sonntag	Fleischsuppe, Kartoffeln mit Sauce, Rindfleisch.				
	Kartoffeln	150	—	7	50
	Schällohn	—	—	2	25
	Rindfleisch	20	—	24	—
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Reis	2	—	—	52
	Mehl	2	—	—	55
	Speck zum Schmälzen	1	—	1	74
			Sa.	37	26
Montag	Erbsen mit Mettwurst.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Erbsen	24	—	5	40
	Mettwurst	12	500	18	75
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
			Sa.	33	53
Dienstag	Bohnen mit Rindfleisch.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Bohnen	23	500	5	17
	Rindfleisch	20	—	24	—
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
			Sa.	36	37
Mittwoch	Erbsen mit Speck.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Erbsen	24	—	5	40
	Speck	12	500	21	75
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
			Sa.	36	53

Mittagessen.

Tag	Gegenstand	Verbrauch pro 100 Mann kg	g	Kosten-Betrag ℳ	₰
Donnerstag	Kartoffelsuppe mit Rindfleisch.				
	Kartoffeln	150	—	7	50
	Schällohn	—	—	2	25
	Rindfleisch	20	—	24	—
	Nierenfett	1	500	1	65
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
			Sa.	36	10
Freitag	Bohnen mit Mettwurst.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Bohnen	23	500	5	17
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Mettwurst	12	500	18	75
			Sa.	33	30
Samstag	Wie Mittwoch.				
Mittwoch vom Januar bis Mitte Sommer	Sauerkraut mit Speck.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Sauerkraut	37	500	6	38
	Bohnen (oder auch Erbsen)	12	500	2	75
	Speck	12	500	21	75
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
	Mehl	1	—	—	28
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
			Sa.	40	54
Donnerstag von Dezember bis März	Mohrrüben mit Rindfleisch.				
	Kartoffeln	100	—	5	—
	Schällohn	—	—	1	50
	Mohrrüben	75	—	2	70
	Schällohn	—	—	—	75
	Rindfleisch	20	—	24	—
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Nierenfett	1	500	1	65
			Sa.	36	30

Abendessen.

Tag	Gegenstand	Verbrauch pro 100 Mann kg	Verbrauch pro 100 Mann g	Kosten-Betrag ℳ	Kosten-Betrag ₰
Sonntag	Reissuppe.				
	Reis	19	—	4	94
	Milch . . . Liter	30	—	5	10
	Salz	2	—	—	34
			Sa.	10	38
Montag	Kartoffelsuppe mit Blutwurst.				
	Kartoffeln	125	—	6	25
	Schällohn	—	—	1	88
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Nierenfett	1	500	1	65
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
	Blutwurst	10	—	7	60
			Sa.	20	26
Dienstag	Graupensuppe.				
	Kartoffeln	80	—	4	—
	Schällohn	—	—	1	20
	Graupen	10	500	2	57
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Speck zum Schmälzen	2	500	4	35
			Sa.	12	82
Mittwoch	Kartoffeln mit Sauce, Leberwurst.				
	Kartoffeln	125	—	6	25
	Schällohn	—	—	1	88
	Mehl	2	—	—	55
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Speck zum Schmälzen	2	500	4	35
	Leberwurst	10	—	7	60
			Sa.	21	33
Donnerstag	Wie Dienstag.				
Freitag	Kartoffelsuppe.				
	Kartoffeln	125	—	6	25
	Schällohn	—	—	1	88
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	2	—	—	36
	Nierenfett	1	500	1	65
	Speck zum Schmälzen	1	250	2	18
			Sa.	12	66
Samstag	Pellkartoffeln und eingelegten Häring.				
	Kartoffeln	125	—	6	25
	Salz	2	—	—	34
	Zwiebeln	4	—	—	72
	Häringe . . . Stück	100	—	6	—
	Essig . . . Liter	7	—	—	42
			Sa.	13	73

Tag	Mittagessen			Abendessen			Mittag- und Abendessen		
	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
Montag . . .	108	64	291	32	29	218	140	93	509
Dienstag . . .	115	14	273	22	20	206	137	34	479
Mittwoch . . .	76	110	285	37	34	232	113	144	517
Donnerstag . .	63	20	237	22	20	206	85	40	443
Freitag . . .	111	63	277	22	19	197	133	82	474
Samstag . . .	81	110	285	45	9	198	126	119	483
Sonntag . . .	67	18	265	24	13	188	91	31	453
Mittwoch . . (vom Januar bis Mitte Sommer)	89	110	296				126	144	528
Donnerstag . . (vom Dezember bis Mitte März)	64	22	228				86	42	434
Pro Kopf u. Tag durchschnittlich	86	59	271	29	21	207	115	81	480

Pro Tag und Kopf durchschnittlich

	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrat
in Mittag- und Abendessen	115	81	480
ferner $\frac{250}{7}$ g Butter .	—	30	—
und 400 g Roggenbrod	24	2	197
	139	113	677
Im Mittagessen waren Procent der ganzen Tageskost	61,8	52,2	36,5

Es sind demnach durchschnittlich im Mittag- und Abendessen pro Kopf und Tag 115 g Eiweiss, 81 g Fett und 480 g Kohlehydrate enthalten.

Hiezu kommen noch pro Tag etwa 30 g Fett in der Butter. Weiter ist noch eine bestimmte Brodmenge in Ansatz zu bringen. Ich habe pro Tag 400 g Roggenbrod angenommen, welche Zahl keinesfalls zu hoch, sicherlich zu niedrig gegriffen ist, da der Soldat pro Tag 500—700 g erhält.[1] Mit 400 g Brod stellt sich

[1] Die in der Krupp'schen Haushaltungsschule verpflegten Mädchen erhalten pro Kopf und Tag 300—400 g Roggenbrod und 3 Semmeln

die Kost des Krupp'schen Arbeiters auf 139 g Eiweiss, 113 g Fett und 677 g Kohlehydrate.

Diese Zahl kann als Minimum angenommen werden, weil ja die von mir berechnete Brodmenge eine sehr geringe und weil ferner für Frühstück und Vesper, d. h. die zu diesen Mahlzeiten genossene Milch und Zucker gar nicht berücksichtigt ist, ebenso wenig die bei Genuss von Getränken, besonders Bier, aufgenommenen Nahrungsstoffe.

Der hierdurch bedingte Fehler wird jedenfalls nur theilweise dadurch compensirt, dass bei und nach den Mahlzeiten gewisse Mengen in den Kochgeschirren und unverzehrt auf Tellern und Schüsseln zurückbleiben.

Vergleicht man die für die Kost der Krupp'schen Menage berechneten Zahlen mit denjenigen, welche von anderen Autoren bei Untersuchung der Kost von Arbeitern gefunden wurden, so zeigt sich auch hier wieder eine gewisse Uebereinstimmung. Die Krupp-sche Nahrung ist etwas reicher an Nahrungsstoffen, als die anderer Arbeiter, an denen bisher Untersuchungen angestellt wurden, was zur Genüge darin seine Erklärung findet, dass die Krupp'schen Arbeiter kräftige, muskulöse Personen und gut ernährt sein müssen, um die dortige anstrengende Arbeit leisten zu können.

Von besonderem Interesse ist es auch hier wieder zu sehen, dass die den Arbeitern zugeführte Eiweissmenge eine sehr bedeutende ist und zwar deshalb, weil in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten die Behauptung aufgestellt und vertheidigt wurde, dass ein kräftiger Arbeiter auch bei Zufuhr einer geringeren als bisher angenommenen Eiweissmenge auskommen könne, wenn nur die übrigen Nahrungsstoffe in ausreichender Quantität gegeben würden.

Die Angriffe wurden, wie schon erwähnt, vorzüglich gegen die von Voit angegebenen Zahlen ausgeführt, nach welchen bekanntlich ein etwa 70 kg schwerer bayrischer Arbeiter

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
bei mittlerer Arbeit .	118	56	500
bei schwerer Arbeit .	135	80	500

aufnehmen müsse.

Voit ist in seiner vor vier Jahren erschienenen Arbeit »Ueber die Kost eines Vegetarianers«[1]) auf diese Frage nochmals eingegangen. Er hat dort die bis dahin publicirten Arbeiten, welche sich gegen ihn gewandt, besprochen und den Nachweis geliefert, dass kein Grund vorhanden wäre, von seinen für specielle Fälle aufgestellten Zahlen abzuweichen.

Die Angriffe haben sich nichts destoweniger wiederholt und es erscheint daher bei der hohen Bedeutung der Frage am Platze, dieselben hier kurz zu besprechen.

Die Voit'schen Zahlen werden nach zwei Richtungen bekämpft. Die eine Richtung will zeigen, dass Personen, die eine nicht nach bestimmten Principien zusammengesetzte Nahrung geniessen, welche an Eiweiss weniger als 118 g pro die enthält, doch arbeiten und sich auf ihrem stofflichen Bestande erhalten können; die andere versucht dasselbe an Personen zu zeigen, denen man eine bestimmte an Eiweiss sehr arme Nahrung zugeführt hat.

Zu den Arbeiten der ersten Kategorie gehört die von Studemund: »Ein Beitrag zur Lehre vom Eiweissbedarf des gesunden Menschen«.[2]) Studemund bestimmte die Ernährungsweise der Rekruten einer Compagnie eines mecklenburgischen Füsilier-Regiments. Er berechnete den Nährstoffgehalt der Speisen der Compagnieverpflegung, der den Soldaten von Hause zugesandten und endlich der gekauften Nahrungsmittel. Die Mengen der letzteren entnahm er den Büchern eines Kaufmanns, welcher für die Soldaten der fraglichen Compagnie ein besonderes Verkaufslokal besass.

Nach seiner Berechnung erhielt der Rekrut pro Tag durchschnittlich 113 g Eiweiss, 54,3 g Fett, 551,8 g Kohlehydrate. Da die Soldaten theilweise sogar noch an Gewicht zunahmen, schliesst Studemund, dass die Voit'sche Eiweisszahl 118 g eine zu hohe ist.

Die geringe Differenz zwischen den Voit'schen 118 g und den von Studemund gefundenen 113 g hätte Studemund

1) Zeitschrift für Biologie. Bd. XXV, S. 232.

2) Pflüger's Archiv. 48. 5. 578.

veranlassen sollen, irgend welche weitgehenden Schlüsse aus seiner Rechnung nicht zu ziehen, umsomehr als die Grundlage für seine Rechnung eine wenig sichere war und er gar nicht ausschliessen kann, dass die Soldaten doch noch anderweitig Nahrungsmittel zu sich genommen haben. Sollten dieselben während der dreimonatlichen Beobachtung wirklich nie in Restaurationen gegangen, niemals Bier getrunken haben — das ist doch sehr unwahrscheinlich!

Aber, auch abgesehen hiervon sind die Studemund'schen Zahlen nicht nur nicht wenig beweisend, sie sind sogar falsch.

Studemund hat die Nahrungsmittel nicht untersucht, er hat ihren Gehalt an Nahrungsstoffen nur berechnet und hat seinen Berechnungen nicht die hierzu allgemein verwandten König'schen Mittelwerthe, sondern Zahlen genommen, die beträchtlich niedriger sind als diese. Er nahm den procentigen Eiweissgehalt des Rindfleisches zu 18 statt 20,96, des Kalbfleisches zu 16 statt 19,86, der Kartoffeln zu 1,5 statt 2,08 u. s. w. an. Da die gereichte Kost in der Studemund'schen Arbeit nicht angegeben ist, kann man nicht berechnen, welchen Eiweissgehalt sie unter Zugrundelegung der König'schen Zahlen hatte. Aber, wenn man auch nur pro Tag 150 g Rind- resp. Kalbfleisch rechnet, ergibt sich schon ein Plus an Eiweiss von 4,5 resp. 5,9. Studemund hätte dann als täglichen Durchschnittswerth nicht 113, sondern 117,5 resp. 118,9 g Eiweiss erhalten, also genau die Voit'sche Eiweisszahl. Hätte er aber durchweg die König'schen Zahlen benutzt, seine Zahl wäre jedenfalls höher als die von Voit für die oberbayerischen Arbeiter angegebene gewesen.

Einen bedeutend höheren Werth besitzt die »Untersuchung über die Ernährung schwedischer Arbeiter bei frei gewählter Kost« von Hultgren und Landergren.[1])

Die beiden Autoren untersuchten die Kost von 11 Arbeitern und 1 Soldaten der südlichen Provinz Blekinge. Jede der genügend zuverlässigen Versuchspersonen wog mittelst einer genau controllirten Briefwage sämmtliche Speisen, welche sie während

1) Monographie. Stockholm 91. Samson und Wallin.

der Beobachtungsdauer genoss. Der Gehalt der verschiedenen Speisen an Nahrungsstoffen wurde entweder nach vorliegenden Analysen ermittelt, oder direct bestimmt, oder endlich nach der Zusammensetzung der zu den Speisen verwendeten Nahrungsmittel berechnet.

Bei jeder Versuchsperson wurde ausserdem die 24 stündige Harnmenge während der ganzen Dauer der (6—11 tägigen) Beobachtungsreihe sorgfältig gesammelt und ihr N-gehalt nach Kjeldahl bestimmt.

Die gesammte Nahrungszufuhr stellte sich durchschnittlich auf 159,1 Eiweiss, 93,5 Fett, 570,5 Kohlehydrate. Die Eiweisszahlen waren 105,1, 147,7, 189,6, 113,9, 128,4 156,6, 116,7, 206,8, 166,4, 172,4, 246,0, 122,4, zumeist also beträchtlich höher als die Voit'sche Zahl.

Nichts destoweniger wird auch diese Untersuchung häufig gegen Voit citirt und zwar, weil aus den N-zahlen des Harns hervorzugehen scheint, dass im Körper thatsächlich weniger Eiweiss umgesetzt wurde, als dies Voit angenommen hat. Hultgren und Landergren fanden als Mittel des umgesetzten Eiweiss 101,3, während Voit für einen mittleren Arbeiter 105 g (entsprechend 118 g Nahrungseiweiss), für angestrengte Arbeit 135 g ausgenütztes Eiweiss fordert.

Wie ist es nun zu erklären, dass das in der Nahrung gereichte Eiweiss bedeutend höher als die Voit'schen Zahlen, während das von den Arbeitern in Wirklichkeit resorbirte Eiweiss viel niedriger ist? Hultgren und Landergren sehen den Grund darin, dass das im südlichen Schweden gewöhnlich genossene sauere Roggenbrod durch die im Darm hervorgerufene Gährung eine solch' ungünstige Ausnützung der aufgenommenen Nahrung hervorruft. Diese Annahme genügt aber kaum, den kolossal hohen Verlust im Koth von durchschnittlich 39% zu erklären, da sogar von Hultgren und Landergren selbst angegeben wird, dass sie bei einem Ausnützungsversuch mit gemischter Kost, bei welchem das eben erwähnte sauere Brod genossen wurde, nur 33,6% N-verlust durch den Koth fanden

1) S. 12. a. a. O.

Man kann nach den zahlreichen heute vorliegenden Ausnützungsversuchen bei einer Kost, deren Eiweiss wie im vorliegenden Falle durchschnittlich zu fast der Hälfte in animalischen Nahrungsmitteln gereicht wurde, einen Verlust durch den Koth von 39% unmöglich annehmen. Zeigte sich doch auch bei den Versuchen V und XI, bei welchen laut Versuchsprotokoll ausser dem gröberen Brod auch noch feineres Roggenbrod und Zwieback gegessen wurde, ein procentiger Verlust von 34,5 resp. 32,1 im Kothe. Bei Versuch IX wurde (Tab. I) 104,8 g animalisches und nur 61,6 g vegetabilisches Eiweiss genossen und dennoch sollen mit dem Kothe 39,8% (Tab. XXI) ausgeschieden worden sein?!

Ich glaube, dass man sich diese Resultate nur erklären kann, wenn man annimmt, dass bei Abwägung der Nahrungsmittel oder beim Aufsammeln des Harns Irrthümer vorgekommen sind und ich halte es für nicht unmöglich, dass das letztere stattgefunden hat, dass vielleicht bei der Defäkation Harn verloren gegangen ist.

Keinesfalls sind diese Resultate der sonst so sorgfältigen Arbeit von Hultgren und Landergren so unzweideutig, dass man sie als Beweis gegen die Richtigkeit der Voit'schen Eiweisszahl anführen könnte.

Weiterhin sollte eine Reihe von Untersuchungen, durch welche man den Nachweis lieferte, dass der Organismus mit sehr geringen Eiweissmengen auszukommen im Stande ist, die Kenntnis des Eiweissbedarfs des gesunden Menschen fördern.

Es ist durch die Arbeiten von Hirschfeld,[1]) Kumagawa,[2]) Klemperer[3]) und neuerdings von Peschel,[4]) Breisacher[5]) mit aller Sicherheit gezeigt worden, dass man einige Tage, ja sogar Wochen (der Breisacher'sche Versuch dauerte 33 Tage) mit einer Eiweissmenge auskommen kann, welche weit unter der Voit'schen Zahl (118 g) liegt. Peschel, welcher sich ganz auf den Voit'schen Standpunkt stellt, spricht sich über diese »Gewaltexperimente« sehr reservirt aus. Er ist der Ansicht, dass diejenigen

1) Pflüger's Archiv. Bd 41 und Virchow's Archiv. Bd. 114.
2) Virchow's Archiv. Bd. 116.
3) Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 16.
4) Dissertation, Berlin 1890.
5) Deutsche med. Wochenschr. 1891.

der früheren Autoren viel zu weit gehen, welche meinen, dass, um den Stoffbestand des Organismus zu erhalten, alles nur auf eine genügende Zufuhr von Calorieen ankomme und dass die Menge des Eiweisses nur so gross zu sein brauche, dass sie der täglich bei Abscheidung und Zerstörung von Epithelien, Haare, Nägel, Blutkörperchen u. s. w. entspricht.

Das festzustellen ist noch Niemandem gelungen, in all' den vorgenannten Versuchen gelang nur der Nachweis, dass Personen, welche übrigens gar keine anstrengende körperliche Arbeit zu leisten hatten, bei der eiweissarmen Kost einige Zeit existiren konnten.

Bei Feststellung von Mittelzahlen für die Ernährung von Arbeitern darf man aber nicht eine Kost als richtig preisen, bei der eine oder die andere Person kurze Zeit auskommen konnte; für den Hygieniker handelt es sich nur darum, die Nahrung zu bestimmen, bei welcher das Gros der Arbeiter unter den vorhandenen speciellen Bedingungen die Gesundheit dauernd erhalten und die ihnen zugemuthete Arbeit ständig zu leisten im Stande ist.

Dies hatte Voit im Auge als er angab, dass die etwa 70 kg schweren oberbayerischen Arbeiter bei einer täglichen 10stündigen Arbeitszeit eine Nahrung, welche 118 g Eiweiss, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate enthält, bekommen sollen.

Wie falsch es ist, wenn man die Verhältnisse, unter denen man einige Zeit existiren kann, auch für hygienisch gute erklärt, das ersieht man am besten, wenn man die jetzt in grösserer Zahl vorliegenden theils unfreiwilligen, theils zu wissenschaftlichen Zwecken ausgeführten Hungerversuche in's Auge fasst.

Es wird berichtet, dass während des Feldzuges 1870—71 ganze Truppenabtheilungen bei den grössten körperlichen Anstrengungen 60 Stunden keine Nahrung zu sich nahmen.

Ich habe zu wissenschaftlichen Versuchen eine grössere Anzahl Personen bei Einhaltung ihrer gewohnten Beschäftigung 60 Stunden hungern lassen, ohne dass sich dadurch irgend welche Nachtheile für den Organismus ergeben hätten.

Durch den von Luciani und seine Schüler am Italiener Succi ausgeführten Hungerversuch ist der Beweis geliefert, dass der Organismus 30 Tage ohne jede Nahrung bestehen kann.

»Den[1]) Aerzten und der grossen Zahl von Studenten, welche bei der Ueberwachung Succi's freundliche Hilfe leisteten, ist es bekannt, dass dieser während der 30 Hungertage niemals über ein Leiden irgend welcher Art geklagt, dass er nicht bedeutend herabgekommen und abgemagert, niemals sehr ruhe- oder schlafbedürftig erschien und niemals an Schlaflosigkeit gelitten hat. Er beschäftigte sich am Tage eifrig mit seinen Privatinteressen und hielt sich viel in Bewegung, indem er — dem Zeiger am Podometer zufolge — nicht weniger als 3—4000 Schritte täglich im Durchschnitt machte. Am 12. Tage konnte er einen Ritt von 1 Stunde 40 Minuten nach dem Cascine machen. An demselben Tage spazirte er (zu Experimentalzwecken) viel im Zimmer umher, machte einen Dauerlauf von 8 Minuten mit drei jungen Studenten um die Wette in meiner Gegenwart, und hielt an demselben Abend — pour la bonne bouche — eine Fechtübung ab. Vor dem Zubettgehen wurde am Podometer nachgewiesen, dass er während dieses an Muskelarbeit ausnahmsweise reichen Tages nicht weniger als 19900 Schritte gemacht hatte. Am 23. Fasttage beabsichtigte er den Abend bei den Volksspielen im sog. Himmelreich zuzubringen, stets von einer starken Bedeckung an Wächtern begleitet. Alle Welt konnte ihn an jenem Abend mitten im Publikum auf den Beinen und bei den langandauernden Fechtspielen sehen, an denen er mit zwei Gängen auf Säbel theilnahm, die er mit Ausdauer, Kraft und Gewandtheit führte. An diesem Abend zeigte das Podometer 7000 Schritt, die er im Laufe des Tages gemacht hatte.

Diese und ähnliche, für jedermann klare Dinge, sind gute Beweise dafür, dass Succi das lange Fasten ohne Beschwerde und ohne in einen für Krankheit zu haltenden Zustand zu verfallen, ertragen hat. Es wäre albern, wollte man annehmen, er habe, trotz Krankheitsgefühles und -Zustandes, infolge höchster

1) Luciani, das Hungern. Monographie. Leipzig, Voss 1890, S. 33.

Willensanspannung den gewöhnlichen Gesundheitszustand 30 Tage lang hintereinander simulirt. Wir besitzen indess andere objective Thatsachen von wissenschaftlichem Charakter und grösserem Werthe, um uns zu überzeugen, dass während des Hungerns alle Funktionen, von denen das Allgemeinbefinden abhängt und nach denen man Gesundheit oder Krankheit bemessen kann, bei Succi streng in der physiologischen Breite verblieben.«

Mit demselben Recht, mit dem man die Herabsetzung der Eiweisszufuhr befürwortet, weil einzelne Personen kurze Zeit eine dementsprechende Kost ertragen, könnte man auch das »Hungern« empfehlen, da ja auch der Nachweis geliefert ist, dass bei völliger Nahrungsenthaltung wochenlang »alle Funktionen, von denen das Allgemeinbefinden abhängt und nach denen man Gesundheit oder Krankheit bemessen kann, in der physiologischen Breite verbleiben« können.

Wie es ganz selbstverständlich ist, dass ein länger andauerndes Hungern nicht ertragen werden könnte, so haben auch schon Versuche von J. Munk:[1]) »Ueber die Folgen lange fortgesetzter eiweissarmer Nahrung« und von Th. Rosenheim:[2]) »Ueber den gesundheitsschädigenden Einfluss eiweissarmer Nahrung«, welche an Hunden ausgeführt worden, gezeigt, dass man derartige Versuche ohne Nachtheil wohl einige Wochen, aber nicht einmal einige Monate ausführen kann.

Bei der Ernährung von Arbeitern soll aber eine Kost gegeben werden, die nicht nur Monate, sondern Jahre lang unausgesetzt den Körper gesund und arbeitsfähig erhalten muss.

Es ist daher zweifellos zweckmässiger, bei Bestimmung des Kostsatzes für Arbeiter sich nach guten Vorbildern zu richten, die sich nach langjähriger Erfahrung bewährt haben, als auf Grund zweifelhafter, nichts oder nur wenig beweisender Versuche diese praktisch so wichtige Frage zum Schaden der arbeitenden Bevölkerung im ungünstigen Sinne beeinflussen zu wollen.

1) Archiv für Physiologie 1891, S. 338.
2) a. a. O. S. 341.



